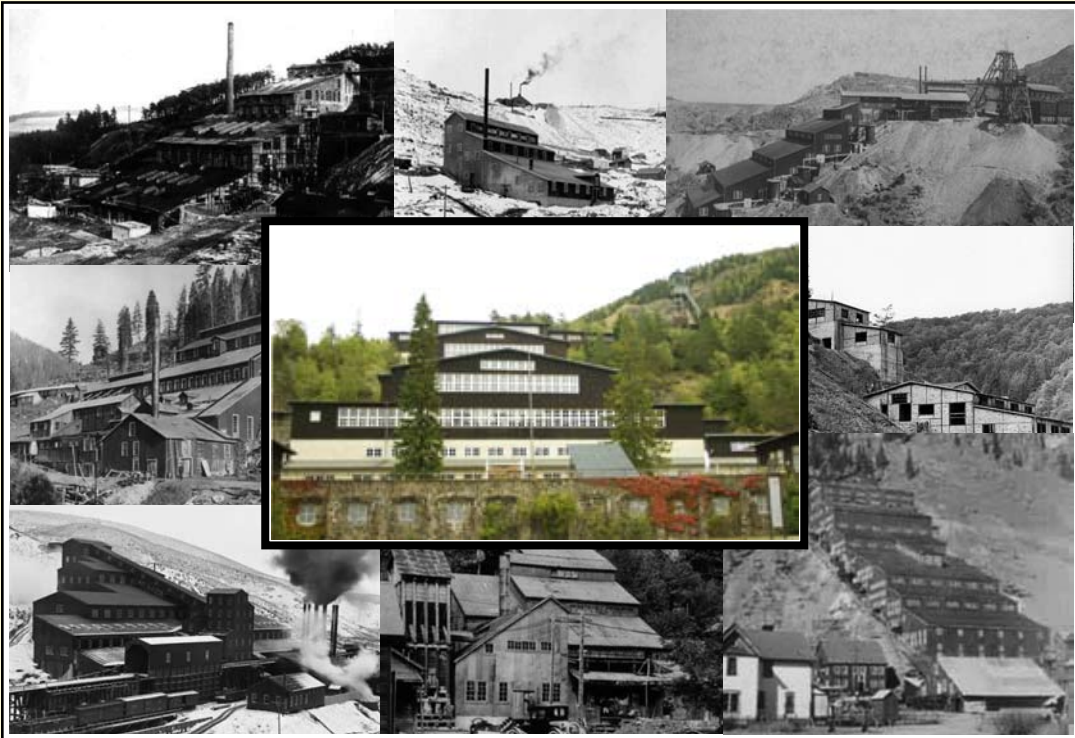


Förderverein
Weltkulturerbe Rammelsberg
Goslar/Harz e.V.

Erzaufbereitung Rammelsberg

Entstehung, Betrieb, Vergleich



Jahresgabe 2012/2013
für die Fördervereinsmitglieder

Titelbild:

von links nach rechts und von oben nach unten:

Aufbereitungsanlagen

Bensberg, Deutschland

Avon, USA

Morenci, USA

Eureka, USA

Rammelsberg, Deutschland

Adolf Helene, Deutschland

Bingham, USA

American Netty, USA

Sunnyside, USA

Diese Jahresgabe wurde herausgegeben
im Eigenverlag des Fördervereins.
Goslar, Dezember 2012

Druck: Papierflieger Clausthal-Zellerfeld
Layout: Ulrich Kammer
Verfasser: Peter Eichhorn

Erzaufbereitung Rammelsberg

Entstehung, Betrieb, Vergleich

Jahresgabe des Fördervereins Rammelsberger Bergbaumuseum Goslar/Harz e.V.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Zusammenfassung	5
3	Besonderheiten des Rammelsberger Erzes aus Sicht des Aufbereiteters	7
4	Allgemeine Aufgaben von Aufbereitungsanlagen	10
5	Erzaufbereitungsprozesse	13
5.1	Zerkleinern	14
5.2	Klassieren	18
5.3	Klauben	28
5.4	Rinnen-, Herd- und Setzarbeit	32
5.5	Flotation	39
5.5.1	Erfindungen und Entwicklungen der Flotationsverfahren bis 1925	46
5.5.2	Betriebe mit Flotationsanlagen im Ausland bis 1935	48
5.5.3	Flotationsversuche und -anlagen in Deutschland, insbesondere im Harz ..	53
5.5.4	Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen im Überblick	64
5.5.5	Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen bis zum Ersten Weltkrieg	65
5.5.6	Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen vom Ersten Weltkrieg bis 1925	68
5.5.7	Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen von 1925 bis 1935	71
6	Finanzierung	74
7	Standortwahl	78
8	Architektonische Gestaltung	86
8.1	Beispiele für die Gestaltung anderer Erzaufbereitungen in Deutschland und im Ausland	88
8.2	Anspruch und Ziele der Architekten Schupp und Kremmer	99
8.3	Vergleich zu anderen Gebäudeentwürfen von Schupp und Kremmer, Zeitumstände	100
8.4	Rahmenbedingungen am Rammelsberg	107
8.5	Gestaltung der Rammelsberger Aufbereitungsgebäude	107
8.6	Auswirkungen der architektonischen Gestaltung auf die Verfahrenstechnik, den Betrieb und die Kosten	111
9	Verfahrens- und anlagentechnische Gestaltung	113
9.1	Schrägaufzug	116
9.2	Hängebank, Rammelsbergsschacht und Wagenumlauf	118
9.3	Vorbrecheretage	122
9.4	Mittelzerkleinerungsgebäude	124
9.5	Mühlenetage	126
9.6	Reagenzienbühne	129

9.7.	Flotationsetage.....	130
9.8.	Pumpenbühne	131
9.9.	Eindicker- und Filteretage.....	133
9.10.	Eindicker außerhalb des zentralen Gebäudekomplexes.....	134
9.11.	U-Bahnhof	135
9.12.	Umspannwerk 2.....	137
10.	Produkt-, Verfahrens- und Anlagenänderungen 1936 bis 1988	138
10.1.	Betriebsbeginn.....	142
10.2.	Nachmahlung.....	145
10.3.	Umstellung auf Allflotation und Herstellung von kupferreichem Bleikonzentrat 1941 bis 1944	147
10.4.	Modernisierung der Flotationsmaschinen und neue Maschinenanordnungen 1948 bis 1981.....	150
10.5.	Herstellung von Pyritkonzentrat 1936 bis 1959 und 1968 bis 1973	152
10.6.	Herstellung von Kupferkonzentrat 1961 bis 1988.....	152
10.7.	Herstellung von Schwerspatkonzentrat 1939 bis 1988.....	155
10.8.	Abtrennung von Bergesand 1942 bis 1959.....	159
10.9.	Herstellung von Blasschiefer 1941 bis 1959	160
10.10.	Erzvorzerkleinerung für die Aufbereitungsanlage Bollrich 1953 bis 1987	160
11.	Ende des Aufbereitungsbetriebs und Übergabe an unser Museum	161
11.1.	Teildemontage	164
11.2.	Denkmalpflege- und Museumskonzept.....	166
11.3.	Denkmalpflegerische Sicherung, Sanierung und Umnutzung durch unser Museum	168
11.4.	Museale Umnutzungsprojekte.....	169
12.	Vergleich zu anderen als Denkmal oder Museum genutzten Erzflotationsanlagen.....	171

1 Einleitung

Die Rammelsberger Aufbereitungsanlage bildet optisch den Mittelpunkt des Erzbergwerks Rammelsberg. Zu ihr gehört der größte Teil der Tagesanlagen. Ihre markante Form ist zum Logo unseres Museums und zum Markenzeichen des UNESCO-Welterbes Erzbergwerk Rammelsberg, Altstadt Goslar und Oberharzer Wasserwirtschaft geworden.

Die Erhaltung des Gebäudekomplexes der Aufbereitung war und ist eine sehr große Aufgabe. Sie hat einen erheblichen Teil der personellen und finanziellen Kraft unseres Museums gekostet. Das wird auch weiterhin so bleiben. Seit der Übernahme durch unser Museum ist eine Nutzung als begehrtes Denkmal, Besucherführungsbereich und Ausstellungskomplex vorgenommen worden. Im mittlerweile zwanzigjährigen Museumsbetrieb hat sich aber gezeigt, dass die Erzaufbereitung nicht so häufig besucht wird, wie es wünschenswert wäre. Die Besucher kommen fast ausschließlich zum Rammelsberg, um den Bergbau zu sehen, das heißt die untertägigen Anlagen. Das hiermit vorgelegte Heft soll zeigen, dass die Aufbereitungsanlage ebenso attraktiv ist, dass sich ein Besuch lohnt und dass der große Aufwand für die Denkmalpflege gerechtfertigt war und bleibt.

Die meisten fachtechnischen Aufsätze über die Rammelsberger Erzaufbereitung sind für Experten geschrieben. Vielfach sind sie in Fachpublikationen erschienen, schwer zu finden und

damit nicht einer größeren Leserschaft zugänglich. Das hiermit vorgelegte Heft gibt in allgemein verständlicher Art einen Überblick, ohne in den beteiligten wissenschaftlichen Einzeldisziplinen allzu sehr ins Detail zu gehen. Der Verfasser möchte das Verständnis dafür erleichtern, warum diese Anlage in dieser Art und in dieser Zeit entstanden ist und wie sie sich im Laufe der Jahrzehnte verändert hat. Es soll auch gezeigt werden, wer die wichtigsten Akteure waren.

Ein Schwerpunkt ist auf Fragen der architektonischen Gestaltung und der politischen sowie historischen Rahmenbedingungen gelegt worden und ein weiterer darauf, ob die Rammelsberger Anlage einzigartig ist, was sie auszeichnet, wofür sie typisch ist und was sie so erhaltenswert macht. Dafür werden Beispiele für vergleichbare Anlagen im Harz, in Deutschland und im Ausland gezeigt.

Es werden sowohl die Entwicklung der Anlage in ihrer Planungs-, Betriebs- und musealen Umnutzungsphase beschrieben, als auch wirtschafts-, technik- und sozialgeschichtliche Aspekte. In der Vorgeschichte der Aufbereitungsanlage gab es mehrere Techniken und Verfahren, deren Kenntnis für das Verständnis der Rammelsberger Anlage wichtig ist. Deshalb werden sie gemeinsam mit Beschreibungen der Vorgängeranlagen dargestellt.

Eine vollständige Dokumentation ist mit dem Heft nicht angestrebt worden. Es hätte sonst einen zu großen Umfang bekommen. Es handelt sich auch nicht

um einen Museumsführer. Zielgruppen sind vielmehr unsere Fördervereinsmitglieder und alle an der Aufbereitungsanlage Interessierten. Es wendet sich besonders an Nicht-Fachleute.

Der Verfasser hofft, mit diesem Heft eine interessante Jahresgabe für die Mitglieder unseres Fördervereins geschrieben zu haben und würde sich freuen, wenn es auch über den Kreis unserer Mitglieder hinaus das Interesse für die Aufbereitungsanlage verstärkt und gute Argumente für ihre aufwendige Erhaltung bietet.

2 Zusammenfassung

Die Sicherung, Sanierung und Umnutzung der Rammelsberger Bergwerksanlagen sind durch unser Museum bereits weitgehend realisiert worden. Dazu gehören auch die Schaffung von Besuchungsmöglichkeiten, museumstechnischen Installationen und Ausstellungen.

Eine Besonderheit für Anlagen dieser Art ist, dass die Rammelsberger Gebäude, Anlagen und Maschinen in ihrer Gesamtheit langfristig und mit hohen denkmalpflegerischen Ansprüchen erhalten, für Besucher zugänglich gemacht und durch unser Museum fachkundig präsentiert werden. Die meisten anderen Flotationsanlagen sind nach ihrer Außerdienstnahme abgerissen worden. Viele der noch nicht abgerissenen Flotationsanlagen sind baufällig geworden, oder aus anderen Gründen nicht zugänglich, ohne dass Hoffnung auf Änderung besteht. Der finanzielle Aufwand für eine Erhaltung und besu-

chergerechte Anpassung ist in fast allen anderen Fällen für die Eigentümer zu hoch, soweit es überhaupt noch Eigentümer gibt.

Die Besonderheit der Rammelsberger Anlage hat dazu beigetragen, dass sie 1992 gemeinsam mit dem gesamten Erzbergwerk Rammelsberg und der Altstadt Goslar in das UNESCO-Welterbe aufgenommen worden ist, übrigens als weltweit einzige Erzflotation.

Der Präsentationsstil und die Art der denkmalpflegerisch und museumstechnisch notwendigen Eingriffe in die Denkmalsubstanz entsprechen höchsten internationalen Standards. Das wird beim Vergleich mit repräsentativen Beispielen musealer Präsentationen anderer Aufbereitungsanlagen deutlich.

Die Architektur der Rammelsberger Anlage wird häufig als NS-Architektur abgetan, weil sie aus der Zeit um 1935 stammt. Tatsächlich sind hier Stilelemente dieser Zeit verwendet worden. Die beiden mit dem Entwurf und der Bauausführung betrauten Architekten Fritz Schupp und Martin Kremmer haben in den 1930 und 1940er Jahren sehr viele Bergwerksanlagen gestaltet, die für die NS-Zeit typisch waren. Die Rammelsberger Anlage ist dagegen, wie anhand der anderen Bergwerksanlagen gezeigt wird, in einem völlig anderen Stil gehalten. Sie zeichnet sich durch eine außerordentlich aufwendige architektonische Gestaltung aus, die auch aus heutiger Sicht als sehr gelungen, harmonisch und ansprechend zu betrachten ist. Andere

Aufbereitungsanlagen sind dagegen in der Regel einfacher gehalten und in dieser Hinsicht anspruchslosere Zweckbauwerke.

Aufbereitungstechnisch gesehen ist die Rammelsberger Flotationsaufbereitung ein typischer Vertreter für die Technik jener Zeit. Sie wurde zu einer Zeit gebaut, als in vielen Bergbaurevieren der Welt Anlagen dieser Art entstanden sind. Heute gibt es davon aber nur noch sehr wenige. Schon allein aus diesem Grund ist sie erhaltenswert.

Die Anordnung der Rammelsberger Aufbereitungsanlage am Hang ist typisch für Aufbereitungen, wie sie in den 1930er Jahren üblicherweise gebaut wurden.

Auch die am Rammelsberg verwendeten Aufbereitungsmaschinen waren typisch für ihre Zeit.

Eine technische Besonderheit der Rammelsberger Anlage ist, dass mit ihr bis zu fünf verschiedene Erzkonzentrate gleichzeitig hergestellt worden sind. Bei anderen Flotationsanlagen war es in der Regel nur ein Konzentrat, bei einigen Anlagen zwei und nur in seltenen Fällen drei oder mehr Konzentrate.

Sowohl die Veröffentlichungen der beiden Architekten Schupp und Kremmer als auch der Denkmalpfleger beschränken sich weitgehend auf positive gestalterische Aspekte der Rammelsberger Anlage. Eine Kritik an ihrer Funktionalität fehlt dagegen fast vollständig und wird hiermit nachgeholt.

/SCH 1952/, /BUS 1980/, /ROS 1990 und 1992/, /ARN 2001/

Dargestellt werden die Vorgeschichte der Rammelsberger Aufbereitungsanlage, ihre Vorgänger und die Forschungen, die letztlich zum Bau der beiden Flotationsanlagen Rammelsberg und Bolrich geführt haben. Im Oberharz und in den meisten anderen Erzbergbaurevieren hatte sich eine weltweit typische Verfahrenstechnik der Aufbereitungsanlagen entwickelt, am Rammelsberg dagegen nicht. Das lag daran, dass die außerordentlich fein verwachsenen Rammelsberger Erze mit den bis dahin verfügbaren Aufbereitungsprozessen noch nicht wirtschaftlich aufbereitet werden konnten.

Trotzdem wurde in der Zeit zuvor schon eine Erzsartierung durchgeführt. Sie fand auf den Erzfreilagern, seit 1770 auch in einer Erzwäsche und seit 1913 in einer Sieb- und Klaubeanlage statt. Der Aufbereitungserfolg blieb aber vergleichsweise bescheiden. Das änderte sich erst mit der Inbetriebnahme der Flotationsanlage im Jahre 1936.

Von den vor 1950 entstandenen Flotationserzaufbereitungsanlagen sind weltweit nur noch sehr wenige erhalten geblieben und es ist absehbar, dass ihre Zahl zukünftig noch kleiner wird. Das ist einer der wesentlichen Gründe dafür, dass die Rammelsberger Anlage als Denkmal erhalten, gepflegt und präsentiert werden muss. Außerdem ist sie ein unverzichtbarer Bestandteil des Denkmalkomplexes Rammelsberg, der sich unter anderem auch dadurch

auszeichnet, dass er vollständig im Zustand der letzten Betriebsperiode erhalten geblieben ist und gute Bedingungen für eine langfristige Erhaltung hat.

Die Rammelsberger Aufbereitung war noch nicht allzu oft Gegenstand von Veröffentlichungen allgemeiner Natur. Deshalb sind diejenigen, die sich um diese Anlage verdient gemacht haben, die die Voruntersuchungen und Weiterentwicklungen betrieben und letztlich die Umnutzung für den Museumsbetrieb ermöglicht haben, bislang auch noch nicht in der dafür gebührenden Weise gewürdigt worden. Auch das soll hiermit nachgeholt werden.

3 Besonderheiten des Rammelsberger Erzes aus Sicht des Aufbereiters

Aus dem Rammelsberg sind vor allem Erze gefördert worden, die fast nur aus metallhaltigen Mineralien und

wenig taubem Gestein bestanden. Die mengenmäßig wichtigsten Wertkomponenten waren Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies, Kupferkies und Schwer-
spat (s. Tab. 3).

Mengenmäßig untergeordnet aber trotzdem wirtschaftlich interessant waren Silber (ungefähr 150 Gramm Metall pro Tonne Roherz) und Gold (1 Gramm Metall pro Tonne Roherz) sowie Cadmium. Metallfreie Bestandteile machten bei den Lagererzen nur ungefähr ein Zehntel aus. Dabei handelte es sich fast ausschließlich um Schiefer.

Daneben wurden zeitweise auch Banderz, Kniest und Grauerz abgebaut. Banderz besteht aus bänderartigen Wechsellagerungen von Erz, wie es auch im Lagererz anzutreffen war, und taubem Schiefer (s. Abb. 3.a). Zu den Banderzen wurden die Lagerstättenbereiche gerechnet, in denen der Mineralgehalt ungefähr

Tabelle 3: Erzarten im Lagererz, nach /KLS 1979/

Anteil am Lagererz (gerundet)	Erzbezeichnung	überwiegende Bestandteile			
		Trivialname	wissenschaftlicher Name	chemische Bezeichnung	chemische Formel
10%	Bleierz	Bleiglanz	Galenit	Bleisulfid	PbS
30%	Zinkerz	Zinkblende	Sphalerit	Zinksulfid	ZnS
25%	Pyriterz	Schwefelkies	Pyrit	Eisensulfid	FeS ₂
5%	Kupfererz	Kupferkies	Chalkopyrit	Kupfer-Eisensulfid	CuFeS ₂
20%	Schwerspat	Schwerspat	Baryt	Bariumsulfat	BaSO ₄

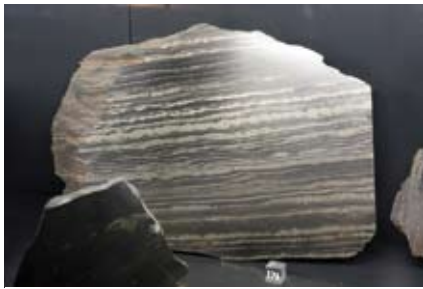


Abb. 3a: Banderz, Foto von Raymond Faure

die Hälfte von dem des Lagererzes ausmachte ($> 9\%$ Metallgehalt). Es wurde erst seit 1953 abgebaut. Eigens für die Banderzaufbereitung war die Anlage Bollrich gebaut worden (s. Kap. 10.6.).

Der durchschnittliche Zink-, Kupfer- und Bleianteil betrug in den ersten 15 Betriebsjahren der Flotationsaufbereitung ungefähr 30% und fiel dann aufgrund der zusätzlichen Banderzgewinnung auf ungefähr 20% ab (s. Abb. 3.b).

Als Kniest wird ein teilweise vererztes Nebengestein bezeichnet, das geringere Konzentrationen an Metallen enthält als das Banderz (Reichkniest $< 5\%$, Armkniest $< 3\%$), dafür aber besonders hart ist. In den letzten sechzig Betriebsjahren hat es deshalb keine Bedeutung erlangt. Kniest wurde immer aber immer wieder versuchsweise abgebaut. Letzmalig sind noch einmal 1964 Mahlversuche mit Kniest angestellt worden, die aber wiederum keine befriedigenden Ergebnisse gebracht haben. /KLS 1984/

Grauerz enthält hauptsächlich Schwerspat und in geringen Mengen auch die Metalle, die für das Rammelsberger Lagererz typisch waren. Es kam in einer gesonderten Erzlinse vor. 1980 ist ein Großversuch zur Grauerzverarbeitung durchgeführt und danach der Grauerzabbau begonnen worden. Das Grauerz wurde in geringeren Mengen der Lagererzförderung zugesetzt und gelangte zusammen damit in die Auf-

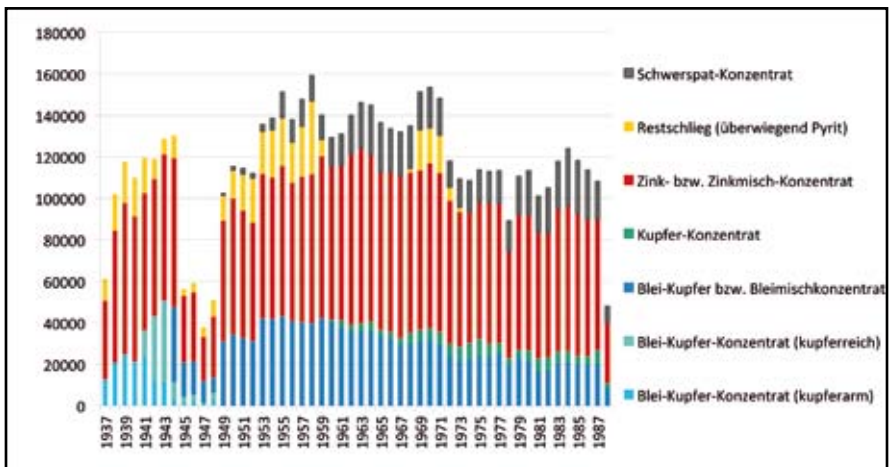


Abb. 3.b: Konzentrate 1937-1988, nach /BAR 1988/

bereitung. Im Februar 1987 ist der Grauerzabbau in Voraussicht auf die Betriebsschließung eingestellt worden. /KLS 1984/

Das Rammelsberger Erz zeichnet sich durch drei Besonderheiten aus, die die Aufbereitung erschwerten:

1. Komplexität,
2. sehr feine Verwachsungen und
3. Inhomogenität.

Komplexität

Das Vorhandensein der unterschiedlichen Wertkomponenten erforderte eine selektive Flotation, das heißt eine stufenweise Trennung. Nicht nur, dass jedes Mineral einzeln und nacheinander ausflotiert werden mussten. Die Anwesenheit von Metallionen bei der Flotation eines anderen Minerals beeinflusste auch den Prozesserfolg. Beispielsweise aktivierten Kupferionen die Flotierbarkeit von Zinkblende.

Sehr feine Verwachsungen

Die unterschiedlichen in den Rammelsberger Erzen enthaltenen Minerale waren außerordentlich eng miteinander verwachsen. Sollten durch die Zerkleinerung Erzkörnchen hergestellt werden, die im Wesentlichen nur noch aus einem Mineral bestehen, dann durfte die Größe der Körnchen nur wenige tausendstel Millimeter betragen. Das dabei entstandene Mahlgut ließ sich dann aber nicht mehr so leicht wie Splitt oder Sand sortieren. Der Dichteunterschied zwischen den verschiedenen Metallmine-

ralen war zu gering und die Korngröße zu klein, als dass sich damit eine Trennung in unterschiedliche Metallkonzentrate hätte erreichen lassen. Erst die Erfindung der Flotation half hier weiter.

Inhomogenität

Trotz der massigen Form der Lagerstätte wiesen die Rammelsberger Erze ganz unterschiedliche Qualitäten auf. In ziemlich regelloser Verteilung kamen zum Beispiel zinkreichere Erze neben bleireicheren und kupferreicheren vor und es gab auch schwerspat- und pyritreichere. Die Aufbereitungstechnologie musste darauf eingestellt sein, diese Erzsorten in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen vom Grubenbetrieb geliefert zu bekommen.

Taube Beimengungen im Erz

Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts bestand das geförderte Rammelsberger Roherz fast nur aus Lagererz, das relativ wenig taube Beimengungen (vor allem Schiefer) hatte. Von den Erzen waren allerdings bis 1908 die Zinkblende und bis 1941 der Schwerspat noch nicht verwertbar. Beide sollten möglichst wenig in den Lieferungen an die Hüttenbetriebe enthalten sein. Pyrit war nur zeitweise erwünscht und dann auch nur, um daraus Schwefelsäure herstellen zu können. Nach dem Ende der Schwefelsäureherstellung, besonders aber seit dem Zweiten Weltkrieg gehörte auch der Pyrit fast immer zu den unerwünschten Erzbestandteilen, die möglichst ausgehalten werden sollten.

Im geförderten Roherz traten ab Mitte der 1930er Jahre verstärkt Schieferbeimengungen auf, als untertage mit dem sogenannten Fließbau ein modernes Abbaufahren eingeführt worden war. Das verstärkte sich noch, als ab Anfang der 1950er Jahre neben dem Lagererz auch Banderz mit gewonnen wurde.

Alle diese Besonderheiten unterschieden die Rammelsberger Erze deutlich von den im Oberharzer Bergbau gewonnenen Gangerzen, bei denen die Erze aus größeren, nicht so stark verwachsenen Mineralen bestanden. Deshalb gab es große Unterschiede zwischen der Entwicklung der Oberharzer und Unterharzer (Goslar/Rammelsberger) Erzaufbereitung. /KLS 1979/, /SCO 1955/

4 Allgemeine Aufgaben von Aufbereitungsanlagen

Unter dem Begriff Aufbereitung wird der erste Verarbeitungsschritt fester mineralischer Rohstoffe zu marktfähigen oder technisch verwertbaren Erzeugnissen verstanden. An sie werden bestimmte Anforderungen hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung und ihrer physikalischen Eigenschaften gestellt. Dabei werden weder die stoffliche Zusammensetzung noch der Aggregatzustand verändert.

Aus der Grube kommendes (Roh-) Erz ist selten so rein, dass es direkt an weiterverarbeitende Betriebe (s. Abb. 4.a) verkauft werden kann. Meistens sind zu viele nicht verwertbare Bestandteile enthalten. Sie zu entfer-

nen oder wenigstens ihren Anteil zu verringern, erleichterte die Verhüttung und spart dadurch Kosten. Außerdem muss dann weniger Material zur Hütte transportiert werden – ein weiterer Kostenfaktor.

Bis in die 1940er Jahre bestand für die Rammelsberger Aufbereitung eine zweite Aufgabe darin, die Hütten mit Erzkorngrößen zu beliefern, die für den Verhüttungsprozess optimal sind. Zu grobstückiges Erz ließ sich schlecht transportieren. Außerdem bereitete es hüttentechnische Probleme, weil die thermisch-chemischen Prozesse zu lange brauchten, um bis zum Kern vorzudringen. Zu kleinstückiges Erz behinderte die Hüttenprozesse ebenfalls, zum Beispiel wenn dadurch nicht mehr genügend Gas durch den Rösthafen oder durch den Ofen strömen konnte.

Bei Bergwerken wie dem Rammelsberg, die Erze mit unterschiedlichen Wertmetallen förderten, bestand eine dritte Aufgabe der Aufbereitung darin, für jeden der belieferten Kunden ein anderes, möglichst sortenreines Konzentrat herzustellen. Im Falle des Rammelsbergs waren die Kunden, vor allem die Kupfer-, Blei- und Zinkhütten, aber auch Abnehmer, die Schwespat direkt verwendeten.

Bis 1936 sind die Rammelsberger Erze im Wesentlichen nur zerkleinert, klassiert und grob nach optischen Gesichtspunkten manuell sortiert worden. Sie kamen vorteilhafter Weise in Gruppen vor, die unterschiedliche Metallkonzentrationen aufwie-

1841 Beginn Schwefelsäureerzeugung in der Frau-Marien-Saigerhütte (Oker)
 1908 Baubeginn Zinkoxydanlage (Oker), aus der später die Zinkoxydhütte wurde

1936 Baubeginn der Zinkhütte (Harlingerode)

1937 erstes Zink abgegossen worden, Bauarbeiten aber noch bis 1940

1939 Abschluss der Modernisierung der Blei-Kupferhütte (Oker)

1941 Betrieb eingestellt in der Frau-Sophien-Hütte (Langelsheim)

1942 Betrieb eingestellt in der Julius-Hütte (Langelsheim), in beiden Fällen, weil vom Rammelsberg kein grobstückiges Erz mehr geliefert wurde

1962 Einstellung der Kupfer- und Silberproduktion in den Unterharzer Hüttenbetrieben, Konzentrate auf dem freien Markt verkauft

1968 Verkauf Rammelsberger Bleikonzentrats an fremde Hütte, in Oker Bad Grunder und Meggener Bleikonzentrate verarbeitet

1970 Einstellung der Blei-Erzverhüttung in Oker

1981 Einstellung der Zink-Erzverhüttung in Harlingerode, Konzentratverkauf an die Metallgesellschaft AG /MEH 2001/

sen. Dadurch war in der Grube und dann noch einmal auf dem Freilager (der Erzhalde) eine grobe Sortierung möglich. Sehr effektiv war sie jedoch nicht. Die Hütten mussten das Ram-

melsberger Erz in dieser unvollständig aufbereiteten, kaum sortierten Form verarbeiten. Vereinfacht ausgedrückt schickte die Bleihütte ihre Schlacken, in denen noch die Kupferminerale

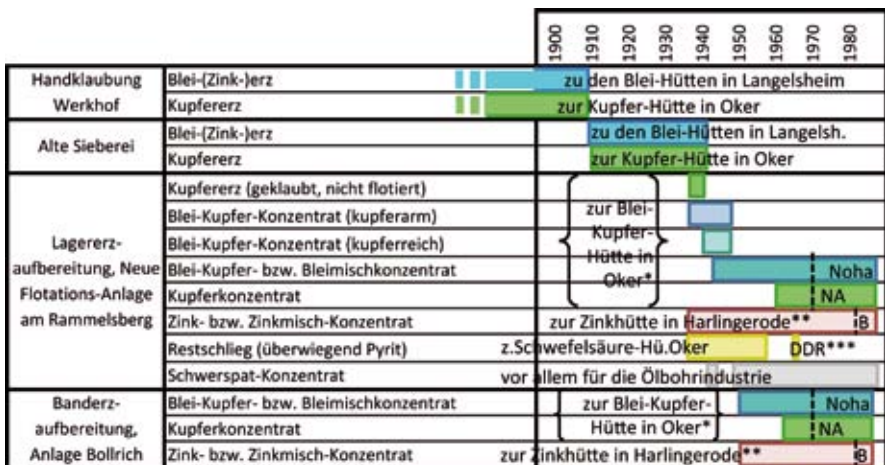


Abb. 4.a: Erzlieferungen an die Hütten des Unterharzes, nach /BAR 1988/

* Ab 1970 Kupferkonzentrat an die Hütte der Norddeutschen Affinerie in Hamburg (NA) und Bleikonzentrat an die Weserhütte in Nordenham (Noha).

** Ab 1981 Zinkkonzentrat an die Berzelius-Hütte in Duisburg (B).

*** An den VEB Mansfeld Kombinat.

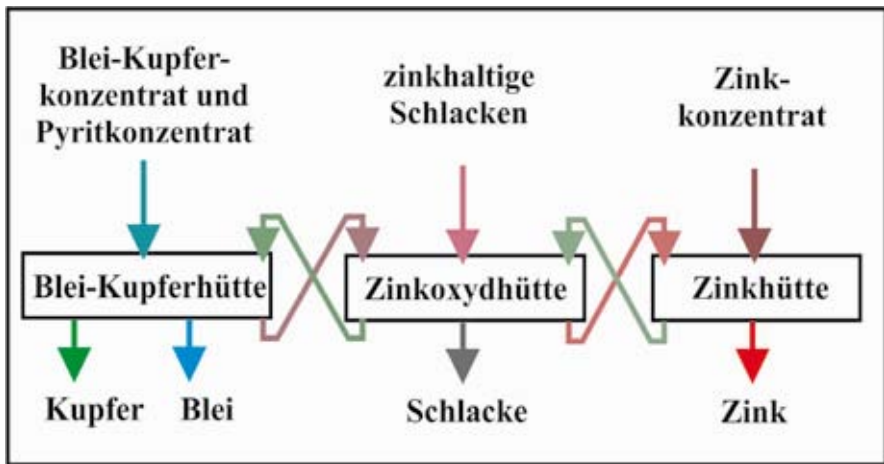


Abb. 4.b: Vereinfachter Hüttenstammbaum, nach /MEH 2001/

enthalten waren, zur Kupferhütte und umgekehrt (s. Abb. 4.b).

Es gab viele Versuche, ein besseres Sortierv erfahren für die Rammelsberger Erze zu finden. 1874 ist von der Marien-Saigerhütte Oker bezüglich der dort angestellten Versuche ein Abschlussbericht verfasst worden, der zu dem Schluss kommt, dass keine weitere mechanische Aufbereitung sinnvoll sei. Die Erzanreicherung könne nur hüttenmännisch erfolgen. /KLS 1980/

Die Verhüttung war dadurch zwar aufwendig und teuer, aber der verhältnismäßig hohe Gesamtmetallgehalt im Rammelsberger Erz hatte es trotzdem lange Zeit ermöglicht, den Gesamtkomplex der Unterharzer Berg- und Hüttenwerke wirtschaftlich zu betreiben.

In den 1920er Jahren war jedoch absehbar, dass diese Zeit bald vorbei sein würde. Der Erlös aus dem Verkauf der Hüttenprodukte machte den

Betrieb von Hütte, Aufbereitung und Grube nicht mehr rentabel. Nun musste ein neues, besser passendes Aufbereitungsverfahren gefunden werden. /GRU 1925 und 1925a/

Dafür bot sich das gerade zur wirtschaftlichen Anwendungsreife gebrachte Flotationsverfahren an. Nachdem die entsprechenden Flotationsversuche erfolgreich verlaufen und die Planungen, der Bau und die Inbetriebnahme der neuen Aufbereitungsanlage abgeschlossen waren, blieb es in den folgenden über fünfzig Jahren bei diesem Verfahren. /KLS 1984/ Es wurde allerdings immer weiter entwickelt und verbessert. Sowohl die einzelnen Verfahrensschritte als auch das Zusammenspiel zwischen Grube, Aufbereitung und Hütte wurden nach und nach optimiert und den wechselnden Rahmenbedingungen angepasst. Das war besonders in Zeiten, in denen die Weltmarktpreise sanken und die Metallkonzentrationen im Roherz geringer wur-

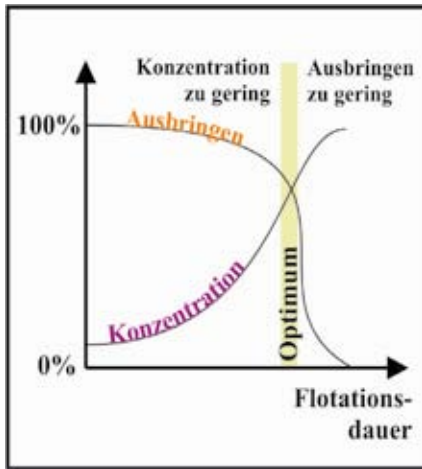


Abb. 4.c: Qualität und Ausbringen in Abhängigkeit von der Zeit bzw. Zellenzahl, Diagramm nach /KLS 1970/

den, eine betriebliche Notwendigkeit. /KLS 1982/

Für die Hütten wäre es vorteilhaft gewesen, wenn jedes Konzentrat möglichst nur jeweils ein Metall enthalten hätte. Beimengungen anderer Metalle werteten die Hüttenbetriebe als schädlich und zogen dem Bergwerk dafür bei der Bezahlung der Konzentrate eine je nach Höhe des Mengenanteils berechnete Vertragsstrafe ab. Reine Konzentrate ließen sich aber auch mit dem Flotationsverfahren nicht herstellen, denn das wäre mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden gewesen. Je höher die Konzentration des Wertminerals eingestellt wurde, desto schlechter war das Metallausbringen beziehungsweise desto mehr Wertminerale gelangten ungenutzt in die Abgänge. Deshalb war das Ziel, die Metallgehalte der Konzentrate so einzustellen, dass ein betriebswirtschaft-

lich optimaler Kompromiss zwischen maximaler Konzentration und maximalem Metallausbringen erreicht wird (s. Abb. 4.c).

Hergestellt wurden deshalb von den Aufbereitungsanlagen Rammelsberg und Bollrich keine reinen Konzentrate, sondern Mischkonzentrate, die neben einem hohen Anteil des eigentlichen Wertminerals auch geringere Anteile der anderen Minerale enthielten. Dem kam entgegen, dass statt der Unterharzer Hütten ab 1968 die Metallgesellschaft AG vom Rammelsberg mit Bleikonzentraten beliefert wurde. Sie stellte aus dem gelieferten Blei-Zinkmischkonzentrat sowohl Zink als auch Blei her und wertete beide (Bleiglanz und Zinkblende) als Wertminerale. Der im Bleikonzentrat enthaltene Zinkanteil war nun sogar erwünscht und seine aufbereitungstechnische Verminderung unnötig. /KLS 1984/

5 Erzaufbereitungsprozesse

Die Erzaufbereitung sind folgende Prozesse und von Bedeutung

- Zerkleinern (Vermindern der Korngröße),
- Klassieren (Trennen nach der Korngröße),
- Sortieren (Trennen nach dem Metallgehalt) und
- Flüssigkeitsabtrennen (Eindicken und Filtern).

Die Hauptaufgabe von Buntmetall-Erzaufbereitungsanlagen ist das Sortieren, das heißt die Trennung des Roherzes in ein oder mehrere Metall-

erzkonzentrate und in taubes Material (Berge). Im Laufe der langen Entwicklungsgeschichte sind recht unterschiedliche Sortierverfahren entstanden, die, soweit sie am Rammelsberg eingesetzt worden sind, kurz dargestellt werden sollen.

Ausgenutzt werden beim Sortieren die unterschiedlichen Eigenschaften der Minerale. Am Rammelsberg waren das im Wesentlichen:

- die Farbe, die Form, der Glanz und die Oberflächenstruktur (Handklauung),
- die unterschiedliche Dichte der Erzkörner, die zu unterschiedlichen Sinkgeschwindigkeiten im Wasser führt (Setzverfahren, Rinnenwäschen, Herdsortierung) und
- die unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften der Minerale (Flotationsverfahren).

Andere Möglichkeiten sind die Haldenlaugung, die bakteriologische Laugung, die Sortierung nach der Kornform oder nach ihrem elastisch-plastischen Verhalten und die Sortierung in elektrischen oder magnetischen Feldern. Am Rammelsberg wurden diese Prozesse aber, abgesehen von der Magnetabscheidung zum Aussortieren von Eisenteilen, nicht oder nur sehr untergeordnet angewendet.

Am Anfang der Aufbereitungsentwicklung stand am Rammelsberg das manuelle Klauben. Durchgeführt wurde es vor allem auf den Erzhalden, das heißt im Freien. Es blieb bis 1936 das wichtigste Verfahren. Erst 1912

wurde dafür ein regelrechtes Aufbereitungsgebäude errichtet, die Sieb- und Klaubeanlage (vgl. Kap. 5.3.). Zwischenzeitlich sind vom Ende des 18. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts Rinnen-, Herd- und Setzprozesse für einen kleinen Teil der Roherze (für den Brandstaub) eingesetzt worden. Im dafür erbauten Gebäude (Brandstaubwäsche) wurde allerdings auch immer von Hand geklaubt (vgl. Kap. 5.4.).

Abgelöst wurde die Klaubearbeit am Rammelsberg letztlich erst 1941. Das stattdessen eingesetzt Flotationsverfahren, das überall in der Welt bereits seit den 1920er Jahren großtechnisch eingesetzt wurde, ist seitdem zum weltweit wichtigsten Aufbereitungsverfahren weiter entwickelt worden.

5.1 Zerkleinern

Ursprünglich gab es am Rammelsberg nur eine manuelle Zerkleinerung. Sie erfolgte im Wesentlichen bereits in der Grube. Anfangs sind die Erzstücke aufeinander geschlagen worden. Später wurden schwere Hämmer verwendet. Die Nachzerkleinerung geschah mit Handhämmern beziehungsweise ihren Vorläufern, den Fauststeinen. Eine besondere Form war das thermische Zermürben. Dabei sind große, ansonsten schwer zu zerkleinernde Erzstücke beim untertage ohnehin verwendete Feuersetzen gezielt in die Unterlagen der Branntholzstöße eingebaut und dadurch erhitzt worden. Es entstanden Spannungen, die zum Zerbrechen des betreffenden Erzstücks führten oder es wenigstens so zermürbten, dass es sich einfacher zerschlagen ließ.

Pochwerke, in denen wasserradgetriebe Pochstempel arbeiten, waren für andere Bergbaureviere schon im ausgehenden Mittelalter für die Erzzerkleinerung typisch. Am Rammelsberg wurde der technologische Schritt zu Zerkleinerungsmaschinen erst Anfang des 20. Jahrhunderts vollzogen. Einerseits war die Größe der Erzstücke, wie sie die Gruben lieferte, in der Regel für die Verhüttung ausreichend klein. Andererseits war eine weitere Sortierung des Roherzes, die eine Pochwerkszerkleinerung auf Kies- und Sandgröße erfordert hätte, nicht vorgesehen beziehungsweise technisch noch nicht möglich. Die wenigen zu großen Stücke wurden bis ins 20. Jahrhundert hinein manuell zerkleinert.

Feinerz (Brandstaub und Erzklein von der Halde), das im 18. und 19. Jahrhundert in der Brandstaubwäsche weiter aufbereitet wurde, war schon feinstückig genug (Näheres dazu in Kapitel 5.4).

Walzenbrecher, wie sie seit dem Anfang 19. Jahrhundert international üblich wurden, dienten der Herstellung feiner Erzkorngrößen von Kies- bis Sandgröße und lösten die bis dahin üblichen Pochstempel nach und nach ab. Beschickt wurden Walzenbrecher mit Erz von Schottergröße.

Dieser Brechertyp war bereits im Jahre 1800 in England erfunden worden und wurde seit 1832 auch im Oberharzer Bergbau eingesetzt (s. Abb. 5.1.a), am Rammelsberg aber nur in zwei Fällen:

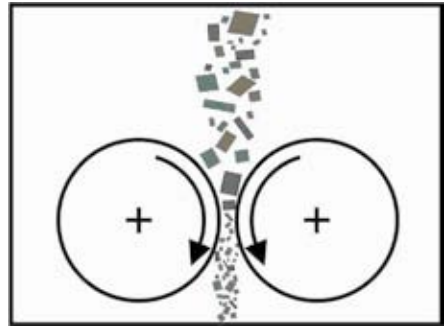


Abb. 5.1.a: Walzenbrecher, Prinzipskizze

1. ab 1912 in der Nachzerkleinerung der Alten Sieb- und Klaubeanlage zur Zerkleinerung der Erzfraktion, die aus verschiedenen Erzarten bestand und anschließend geklaubt werden sollte und
2. seit 1936 in der Mittelzerkleinerungsebene der Flotationsaufbereitung zur Nachzerkleinerung der Kupfererze (Nach Einstellung dieser Aufbereitungslinie 1941 wurde sie wieder demontiert.) /KRA 1948/

Walzenbrecher konnten nicht allzu große Stücke brechen. Die grobe Vorzerkleinerung musste deshalb in der Alten Sieb- und Klaubeanlage des Rammelsbergs nach wie vor manuell mit schweren Hämmern vorgenommen werden. Eine Zerkleinerungsmaschine für gröberes Aufgabegut war bereits 1858 in den USA erfunden worden, der Backenbrecher (s. Abb. 5.1.b). Er wurde Ende des 19. Jahrhunderts weltweit für Erzaufbereitungsanlagen typisch und blieb es auch bis in die 1960er Jahre. Für den Rammelsberg war sein Einsatz bis 1936 noch nicht notwendig. Selbst



Abb. 5.1.b: Backenbrecher, Prinzipskizze

in der Alten Sieb- und Klaubeanlage, in der bereits genügend elektrische Energie für den Antrieb eines Backenbrechers vorhanden gewesen wäre, reichte die manuelle Vorzerkleinerung.

Erst mit dem Bau der neuen Aufbereitung sind am Rammelsberg Backenbrecher eingeführt worden. Sie sind noch heute an ihrem originalen Standort zu besichtigen.

In den Mittelzerkleinerungsstufen der Erzaufbereitungsanlagen arbeiteten seit Ende des 19. Jahrhunderts überall auf der Welt die schon beschriebenen Walzenbrecher. In den 1930er Jahren wurden sie aber in zunehmender Zahl durch Flachkegelbrecher ersetzt (s. Abb. 5.1.c). Sie waren im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts von den Gebrüdern Symons in Milwaukee (USA) entwickelt worden, weshalb sie auch als Symons-Kegelbrecher bezeichnet werden. Es gab am Ram-

melsberg drei dieser Vor- und Nachbrecher-Systeme.



Abb. 5.1.c: Flachkegelbrecher, Prinzipskizze

Backen-, Walzen- und Kegelbrechern ist gemeinsam, dass sie eine Druckkraft auf die zu zerkleinernden Erz- und Gesteinsstücke übertragen. Im Gegensatz hierzu sind bereits Mitte des 19. Jahrhunderts Brecher entwickelt worden, bei denen die Zerkleinerung vor allem durch eine schlagende Beanspruchung geschieht. Dazu gehören Schlag-Prall-Brecher (s. Abb. 5.1.d, 1842 in den USA patentiert) und Hammerbrecher. Bei Schlag-Prallbrechern wirft ein schnell laufender Rotor mit seinen Schlagleisten das Haufwerk gegen Prallplatten. Bei Hammerbrechern sind bewegliche Hämmer auf einem Rotor angebracht, die das Haufwerk durch ein grobes Rost schlagen. In der Rammelsberger Flotationaufbereitung gab es seit 1965 einen Schlag-Prall-Brecher. /KLS 1984/

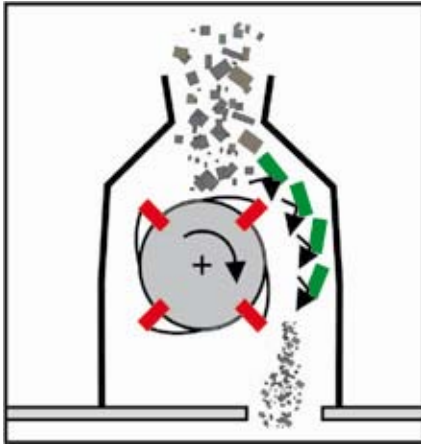


Abb. 5.1.d: Schlag-Prall-Brecher, Prinzipskizze

War eine feinere Zerkleinerung notwendig, als es Brecher ermöglichen, dann sind Mühlen eingesetzt worden. Am Rammelsberg wurde das mit Einführung der Flotation notwendig, die eine Zerkleinerung des Erzes auf ungefähr 0,04 mm erforderte. Es handelte sich hier um Nasskugelmühlen und bei der Aufbereitung am Bollrich auch um eine Stabmühle und eine Kugelmühle.

Der Aufbau von Kugel- und Stabmühlen ist ähnlich. Ein liegend angeordnetes Rohr dreht sich um die eigene Achse. In das Innere werden das vorgebrochene Mahlgut, Wasser und Mahlkörper (Stahlkugeln beziehungsweise Stahlstäbe, später statt der Kugeln auch zylindrische Stahlkörper) gegeben. Das Mahlgut wird in Drehrichtung mitgenommen bis der Schüttwinkel zu groß wird und rutscht dann wieder abwärts. Die Erzkörner und die Mahlkörper reiben gegeneinander und an der Trommel (s. Abb. 5.1.e).

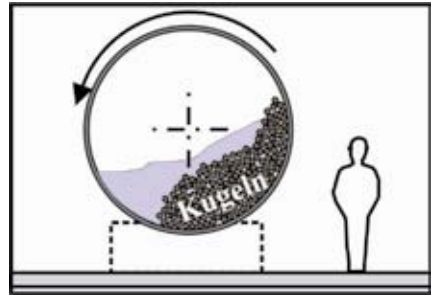


Abb. 5.1.e: Kugelmühle, Prinzipskizze

Wird die Drehzahl größer, dann überschlägt sich das Mahlgut wie bei einer Meeresbrandung und es tritt zusätzlich eine schlagende Beanspruchung auf. Wichtig war eine widerstandsfähige Innenpanzerung der Trommeln, um die verschleißbedingten Stillstandszeiten gering zu halten. Deswegen wurden als Mahlkörper Kugeln verwendet, die nicht so hart waren, wie die Mühlenpanzerung. Sie bestand an den Stirnwänden aus speziellen Panzerplatten. Der Zylindermatratel war abwechselnd mit Stahl- und Holzleisten ausgekleidet. Die Holzplatten nutzten sich relativ schnell ab, so dass Vertiefungen entstanden, in die sich die durch Abrieb verkleinernden Kugeln und Erzstücke hinein drückten. Dadurch entstand eine langlebige Auskleidung.

In der Rammelsberger Aufbereitung gab es neben den vier Hauptmühlen (Nummer I, II, III und IV) drei Mühlen für die Nachmahlung (Nummer V, VI und VII, vgl. Kap. 9.5). Die Mühlen VI und VII wurden nach Betriebsende demontiert (vgl. Kap. 11.1). Die Mühlen I – V sind, wenn auch im Detail

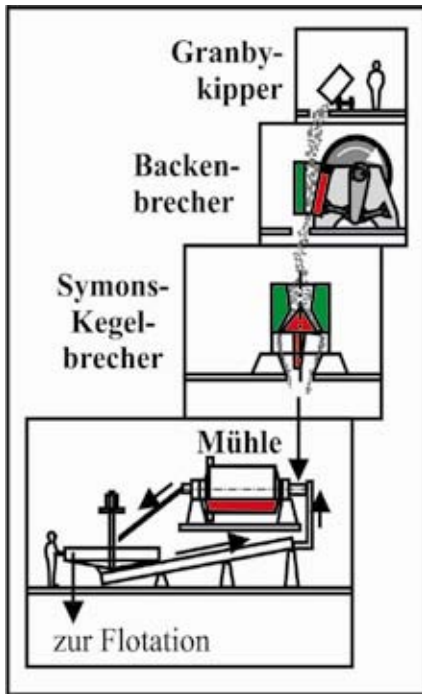


Abb. 5.1.f: Backenbrecher, Symons-Kegelbrecher und Mühlen in der Neuen Aufbereitung Rammelsberg, Prinzip-skizze

verbessert, weitgehend im Originalzustand erhalten geblieben. 1963 ist Mühle II versuchsweise halbseitig mit Gummipanzerung ausgekleidet worden. Nachdem dieser Versuch erfolgreich verlaufen war, wurde Mühle II 1966 komplett mit Gummipanzerung ausgerüstet. 1967 folgte Mühle IV (Hersteller der Gummipanzerung: Krupp). 1973 ist Mühle I mit Nickelstahl ausgekleidet worden. Nennenswerte Reparaturen waren 1975 der Wechsel der Zahnkränze und Ritzel von Mühle I, III und IV und 1977 der Einbau einer neuen Eintragsstirnwand in Mühle I. /KLS 1984/

Zusammengefasst kann eingeschätzt werden, dass die am Rammelsberg verwendete Zerkleinerungstechnik, bestehend aus

1. Backenbrechern als Vorbrecher,
2. Symons-Kegelbrechern als Mittelzerkleinerungsmaschinen und
3. Kugelmühlen als Feinzerkleinerungsmaschinen

Das war typisch für Erzaufbereitungsanlagen der späten 1920er Jahre bis zu den 1950er Jahren (s. Abb. 5.1.f).

5.2 Klassieren

Für das Trennen des Erzes nach Korngrößenklassen gab es unterschiedliche Gründe. Bis Anfang der 1940er Jahre wünschten die Hüttenbetriebe Erzlieferungen von bestimmten Korngrößen. Neben der Sortierung nach den Erzsor ten erfolgte auf der Halde die Klassierung in folgende Größen:

- grobes Stufferz (kleine Kegelkugel bis großes Gänseei),
- kleines Stufferz (kleines Gänseei bis kleine Faust) und
- Bergkern (großes bis kleines Hühnerei). /KLS 1980/

Ursprünglich gab es am Rammelsberg nur manuelle Klassiermöglichkeiten. Über- und Unterkorn mussten von Hand aus dem Haufwerk genommen werden. Das geschah bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts auf den Schurren der Erzhalde n, die es an jedem der vielen Förderschächte gab. Danach konzentrierte sich diese Arbeit auf die

Erzhalde vor der neu angelegten Tagesförderstrecke.

Spätestens seit dem 17. Jahrhundert gab es am Rammelsberg Rechen (Harken, sogenannte Kralen), mit denen aus kleinkörnigem Haufwerk Erzstücke ausgeharkt wurden, die für den Verkauf an die Hütten groß genug waren. Der Abstand der Zinken betrug bei den Kralen ungefähr einen Zoll (vgl. Kap. 5.3).

Neben dem manuellen Klassieren gab es auf den Erzhalde und in der Brandstaubwäsche Siebe für das Abtrennen noch zu zerkleinernder Erzstücke. Die Siebe wurden im Harz als Rätter bezeichnet. Sie waren fest stehend und schräg gestellt. Das Siebgut musste mit Schaufeln dagegen geworfen werden. Dieser Aufberei-



Abb. 5.2.a: Stangenrost über dem Einlauf von Backenbrecher II, Foto 2012

tungsschritt hieß deshalb Durchwurf. Durchwürfe blieben vom ausgehenden Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts Standard in den Erzaufbereitungsanlagen.

Unbewegliche Siebe werden heute nur noch selten verwendet. Ausnahmen bilden Stangenroste vor Vorbrechern, die übergroße Haufwerksstücke zurückhalten. Das wurde auch am Rammelsberg praktiziert. Hier sind 1962 vor den Backenbrechereinläufen Roste eingebaut worden. Sie haben eine Spaltweite von sieben Zentimetern. (vgl. Kap. 9.3, s. Abb. 5.2.a). /KLS 1984/

Mitte des 19. Jahrhunderts standen für die Siebtechnik verbesserte Antriebsmaschinen und widerstandsfähigere Siebbeläge zur Verfügung. Die Entwicklung ging in zwei unterschiedliche Richtungen. Gebaut wurden einerseits Trommelsiebe und andererseits Schwingsiebe.

Bei den Trommelsieben war der Siebboden in Form eines großen liegenden Rohres gestaltet. Es drehte sich um seine leicht abwärts geneigte Achse. Das Siebgut wurde oben in die Trommel gegeben und bewegte sich durch die Hangabtriebskraft durch die Siebtrommel. Dabei fielen das Kleinkorn durch das Sieb und das Grobkorn am unteren Ende aus der Trommel heraus. Siebtrommeln konnten auch mehrstufig aufgebaut sein. Es gab Varianten, bei denen der vordere Teil größere Siebmaschen hatte als der hintere. Auf diese Art konnten mit einer Siebtrommel drei und mehr Kornklassen voneinander getrennt

werden. Manche Trommelsiebe hatten eine leicht konische Form. Eine andere Variante waren teleskopartig ineinander geschobene Trommeln unterschiedlicher Maschenweite (s. Abb. 5.2.b). Am Rammelsberg gab es sowohl in der Alten Sieberei als auch zeitweise in der Flotationsanlage ein Trommelsieb (vgl. Kap. 9.4).

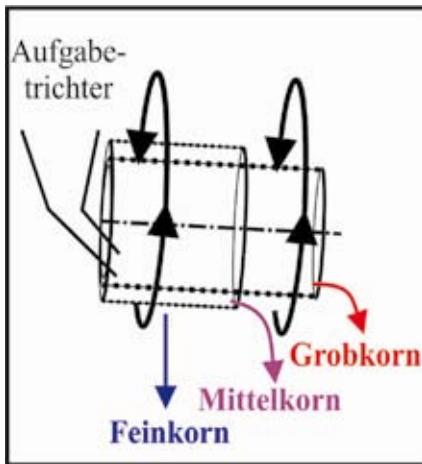


Abb. 5.2.b: Trommelsieb, Prinzipskizze

Mit Einführung der Flotationsaufbereitung änderten sich die Anforderungen an die Klassierung grundlegend. Die Wünsche der Hütten standen nun nicht mehr im Vordergrund, denn von der Neuen Flotationsaufbereitung erhielten sie ohnehin nur sehr feinkörnige Konzentrate. Dafür war die Aufbereitung ein in sich kompliziertes System verschiedenster Aufbereitungsschritte geworden. Nun ging es beim Klassieren vor allem darum, jedem einzelnen Aufbereitungsschritt möglichst nur die Korngröße zuzuleiten, der optimal verarbeitet werden konnte.

Ein Beispiel dafür sind Brecher. Größere Stücke, die nicht in das Brechermaul passen, müssen vorher aus dem Aufgabegut genommen werden, um ein Verstopfen der Brecher zu vermeiden. Auch zu viel Unterkorn behindert den Brechvorgang. Außerdem wird dadurch der Durchsatz verringert. Bei manchen Brechern wird das Unterkorn deshalb ebenfalls aus dem Aufgabegut entfernt. Bei fast allen anderen Aufbereitungsschritten kommt es ebenfalls darauf an, nur einen bestimmten Korngrößenbereich zuzulassen, um optimal weiter aufbereiten zu können.

In der Neuen Flotationsaufbereitung gab es verschiedene Klassierausrüstungen. Dazu gehörten neben den schon erwähnten Stangenrosten und dem Trommelsieb in der Grobkornklassierung vor allem die Schwingensiebe. Sie sind wie die Durchwürfe nahezu tischförmig und leicht abwärts geneigt angeordnet. Im Unterschied zu den Durchwürfen sind sie beweglich.

Bei der ursprünglichen Bauform führten die Siebe eine Hin- und Herbewegung aus. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts haben sich Bauformen mit drehenden Unwuchtgewichten an den Siebkästen durchgesetzt. Das Siebgut wird dabei durch Wurfbewegungen über den Siebboden transportiert (s. Abb. 5.2.c). Am Rammelsberg gibt es je ein Schwingsieb unterhalb der Backenbrecherbunker beziehungsweise vor den Klaubebändern und Symons-Kegelbrechern (vgl. Kap. 9.4).

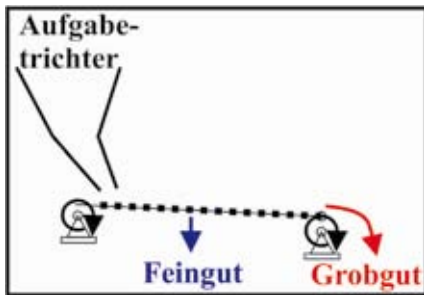


Abb. 5.2.c: Schwingsieb, Prinzipskizze

Für die nasse Klassierung arbeiten Schwingsiebe vor allem bei Korngrößen wirtschaftlich, die größer als Sand sind. Für die Klassierung von feinerem Aufbereitungsguts sind Ende des 19. Jahrhunderts Spitzkästen erfunden worden, die aber am Rammelsberg nur versuchsweise in der Flotations-

versuchsanlage eingesetzt wurden und deshalb hier nicht weiter beschrieben werden sollen.

Stattdessen gab es am Rammelsberg seit 1936 in der Neuen Aufbereitung

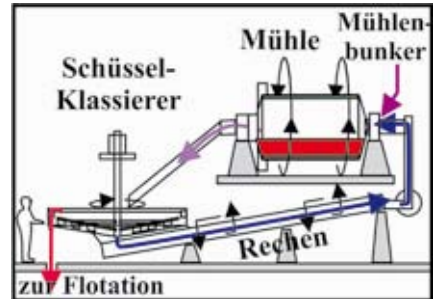


Abb. 5.2.e: Mühle und Rechen-/Schüsselklassierer, Prinzipskizze

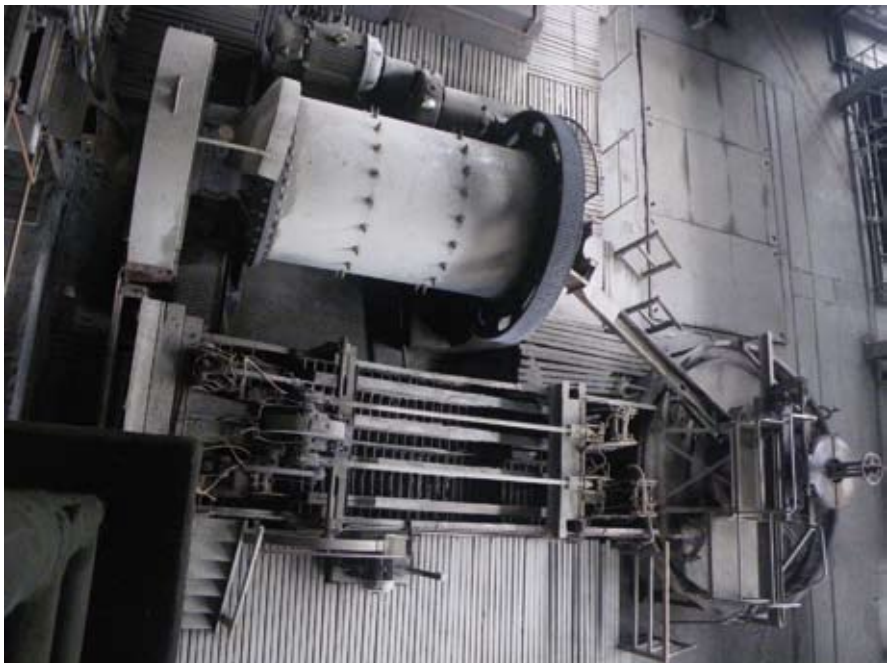


Abb. 5.2.d: Rechen-/Schüsselklassierer, Foto von Thomas Liebisch 2012

Schüssel- und Rechenklassierer (s. Abb. 5.2.d). Sie wurden zusammen mit den Kugelmøhlen im Kreislauf betrieben und hatten die Aufgabe, aus dem gemahlenen Gut die Kornklasse abzutrennen, die für die nachfolgende Flotation fein genug ist (s. Abb. 5.2.e). Das abgetrennte Grobgut wurde erneut gemahlen.

Streng genommen bildete jeweils ein Schüssel- und ein Rechenklassierer eine zusammen gehörende Maschine. Der Feingutaustrag erfolgt an der Überlaufkante der Schüssel. Den Grobgutaustrag übernimmt der Rechen. Er hatte die Aufgabe, das Grobgut von der unteren Austragsöffnung des Schüsselklassierers hinauf zur Møhlenbeschickung zu transportieren.

Der eigentliche Klassiervorgang erfolgte in der Schüssel. Dort hatte das Grobkorn Zeit, sich in der Tröbe abzusetzen. Es wurde dort von einem Krählwerk erfasst und zu der zentral angeordneten Abflussöffnung geschoben. Unter dieser Öffnung wurde es vom Rechen erfasst und abtransportiert. Das Feinkorn blieb in der Tröbe und floss am oberen Rand der Schüssel in einen Überlauf und von dort über ein Rohr zu einem Sammelbehälter auf der Flotationsebene (vgl. Kap. 9.5).

Die Bezeichnung Rechenklassierer ist also in diesem Fall irreführend. Er war zwar auch für eine Klassierung geeignet, wenn er am unteren Ende des Rechentrogs eine sehr lange Überlaufkante gehabt hätte. Dafür stand aber nicht genügend Platz zur Verfügung. Stattdessen ist die Überlaufkante kreis-

förmig in Gestalt der Schüsseln gebaut worden.

In den Niederlanden ist um 1950 die Hydrozyklontechnik zum Klssieren, Eindicken und Wasserklären entwickelt worden. Bereits 1951 ist ein Zyklonklassierer versuchsweise in der Rammelsberger Zink-Vorkonzentrat-Klassierung zusammen mit Møhle V eingesetzt worden (s. Abb. 5.2.f und g). Dabei wurde ein guter Trennerfolg erreicht.

Hydrozyklone bestehen aus einem oberen zylindrischen Teil, an den sich unten ein konischer anschließt. Die zu klassierende Tröbe wird durch eine Aufgäbedüse unter Druck tangential in das Innere des Zyklons gepumpt. An der Außenwand des Zyklons bildet sich eine abwärts führende Umlaufströmung mit dem Grobgut. Es wird am unteren Konusteil ausgetragen. Das Feingut gelangt im Zentrum des Zyklons nach oben und dort in das obere Austragsrohr. /KRA 1954a/

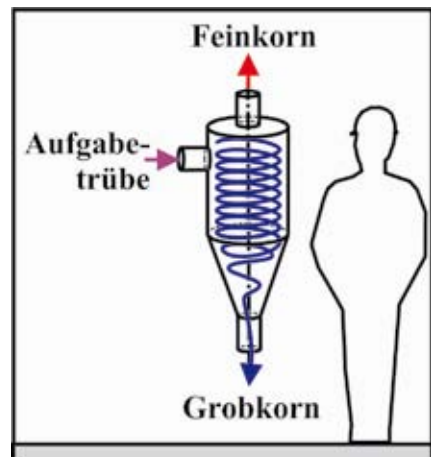


Abb. 5.2.f: Zyklon, Prinzipskizze



Abb. 5.2.g: Zyklon (links an der Leiter) und Mühle V, Foto 2012

Später sind weitere Zyclone eingesetzt worden, zum Beispiel 1955 in der Zink- und Pyritflotation und 1971 in der Kupferreinigung und bei der Herstellung von Bleikonzentrat I. Ihr Nachteil gegenüber den wesentlich langsamer laufenden Rechen- und Schüsselklassierern war ein höherer Verschleiß durch die größere Strömungsgeschwindigkeit. Die vier Schüssel- und Rechenklassierer der Mühlen I bis IV blieben deshalb erhalten. /KLS 1984/

Das Abtrennen von festen Bestandteilen aus Gasen und Flüssigkeiten, das Reinigen von Gasen und Flüssigkeiten und das Entziehen von Wasser aus feuchten Schlämmen gehört eigentlich nicht zur Klassierung, soll aber trotz-

dem an dieser Stelle kurz beschrieben werden. Unterschieden wurde in der Rammelsberger Anlage zwischen den Eindickern, den Filtern und einem Zyclator.

Eindicker sind große, runde Behälter, die mit Erztrübe gefüllt wurden. Die fein verteilten Erzpartikel setzten sich aufgrund ihrer Schwerkraft ab, wurden dort von einem Krähwerk erfasst und zur Mitte geschoben. Dort befindet sich ein Abfluss, durch den der eingedickte Schlamm abgepumpt und wieder der Flotation zugesetzt oder zur Konzentratrocknung geleitet werden konnte. Am oberen Rand ist eine Überlaufrinne, in die das überschüssige Wasser läuft. Es wurde, je nachdem, welche Konzentrate darin enthalten waren, zu

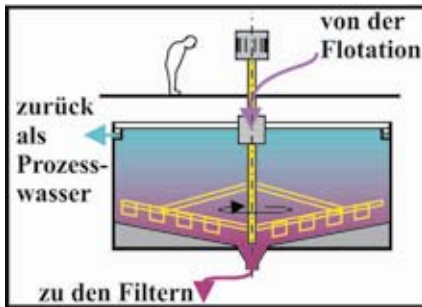


Abb. 5.2.h: Eindicker, Prinzipskizze



Abb. 5.2.i: Eindicker am Schrägaufzug, Foto 2010

den entsprechenden Flotationsstufen als Prozesswasser zurückgeführt (s. Abb. 5.2.h und i).

Mit Eindickern können aber nur Schwebstoffe aus dem Wasser abgetrennt werden, die selbsttätig im Wasser absinken. Sind sie zu fein, dann bleiben sie in der Schwebe. Zur Klärung dieser Wässer ist 1963/64 auf dem unteren Werkhof ein Zyklator gebaut worden. /KLS 1984/

Zyklatoren ähneln Eindickern, nur dass sich in der Mitte ein weiterer Zylinder mit deutlich kleinerem Durchmesser befindet. Darin werden Flo-

ckungsmittel in das zu klärende Wasser gemischt. Die Feststoffpartikel verbinden sich daraufhin untereinander. Die dadurch entstehenden größeren Partikel sinken ab. Anschließend wird die Trübe in den äußeren Ringraum geleitet. Dort hat sie Zeit zum Sedimentieren.

Ähnlich wie beim Eindicker werden die abgesetzten Feststoffe mit einem Krähwerk zusammengeschoben. Das Krähwerk wird allerdings nicht über eine zentrale Antriebswelle bewegt, sondern durch eine umlaufende Brücke (s. Abb. 5.2.j und k). Das geklärte Wasser erreichte eine Reinheit, die es erlaubte, es in die Umgebung (Vorflut) abzugeben. Abweichend zu Eindickern wird der Schlamm mit Pumpen nach oben abgesaugt. Eine Pumpe hebt den Schlamm in den mittleren Zylinder zurück, um das Material noch einmal zu bearbeiten und eine zweite pumpt den fertigen Schlamm aus dem Zyklator heraus und leitet ihn der Weiterverarbeitung zu.

Für den Transport zu den Hütten war es vorteilhaft, den Wasseranteil der eingedickten Konzentrate noch einmal zu verringern. Dafür wurden Vakuumtrommelfilter verwendet (s. Abb. 5.2.l). Sie bestehen aus einer Wanne, in die das eingedickte Konzentrat gepumpt wurde. Eine Vorrichtung hielt es in leicht schaukelnder Bewegung, damit es sich nicht absetzen konnte. In die Wanne taucht eine langsam rotierende Trommel ein, die mit einem derben Filtertuch bespannt ist. Im Inneren der Trommel wurde ein starker Unterdruck eingestellt und das Konzentrat dadurch angesaugt. Bei der Drehung

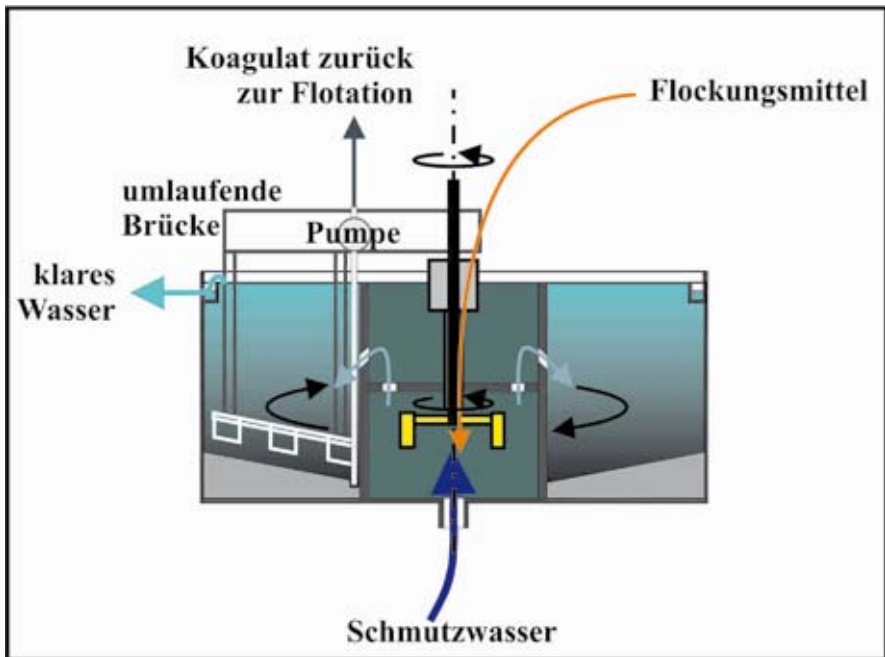


Abb. 5.2.j: Zyklator, Prinzipskizze

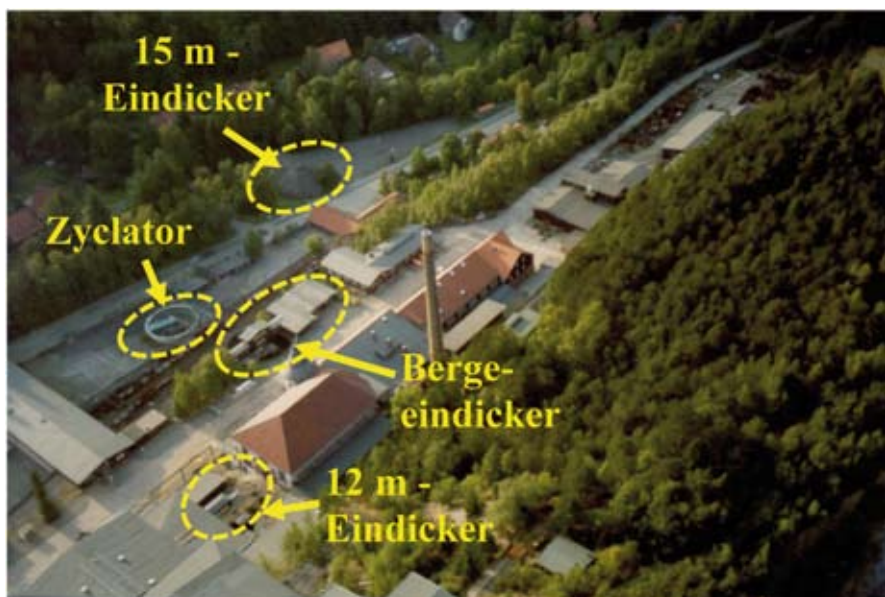


Abb. 5.2.k: Zyklator und externe Eindicker, Luftbild 2010



Abb. 5.2.l: Trommelfilter am Rammelsberg, im Hintergrund Marion Schuster, Foto Kristof Schuster 2002

der Trommel gelangte das angesaugte Konzentrat aus dem Bad heraus und wurde weitgehend entwässert. Das Wasser drang durch das Filtertuch ins Trommelinnere und wurde abgepumpt. Abstreifer nahmen das Konzentrat von

der Trommeloberfläche ab und ließen es auf ein Gurtbandförderer rutschen (s. Abb. 5.2.m).

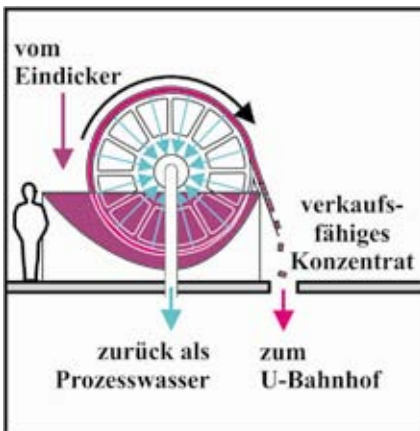


Abb. 5.2.m: Trommelfilter, Prinzipskizze

Im trockenmechanischen Teil der Aufbereitungsanlage entstand viel staubbelastete Luft. Sie wurde abgesaugt und mit einem Textilschlauchfilter (Hersteller Beth) gereinigt. Dieser kastenförmige Filter ist im Treppenhaus zwischen Vorbrecherebene und Mittelzerkleinerungsebene angeordnet. In seinem Inneren hängen Schläuche, in die die staubbelastete Luft geleitet wurde. Ein Klopfer hob die Schläuche nacheinander an und ließ sie danach wieder fallen (s. Abb. 5.2.n und o). Dadurch rutschte der am Textilgewebe haftende Staub nach unten, wurde dort von einer Förderschnecke erfasst und zu den Mühlen transportiert. 1954 kamen Beth-Fliehkraft-Staubabscheider (Zyklonfilter) dazu, die an der Südwand der Mittelzer-

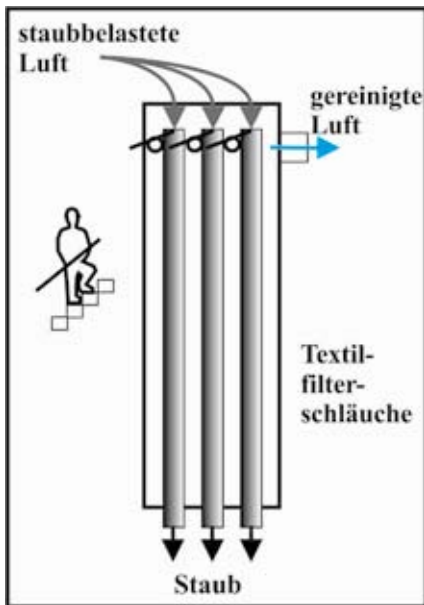


Abb. 5.2.n: Beth-Schlauchfilter, Prinzipskizze



Abb. 5.2.o: Beth-Schlauchfilter, im Hintergrund Stefan Dützer, Foto 2012

kleinerung eingebaut wurden (s. Abb. 5.2.p und q). /KLS 1984/

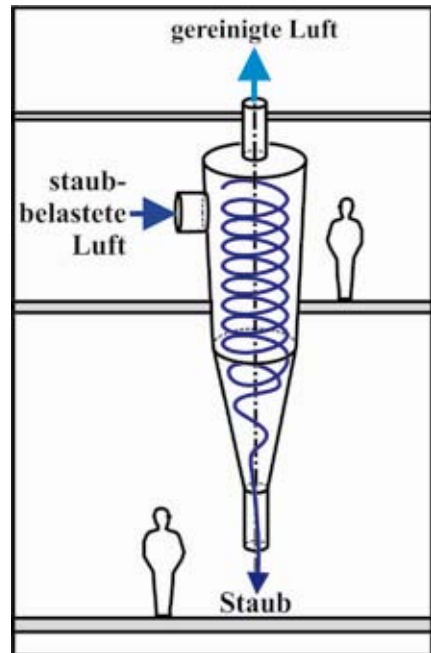


Abb. 5.2.p: Beth-Zyklonfilter, Prinzipskizze



Abb. 5.2.q: Beth-Zyklonfilter, davor stehend Thomas Liebisch, Foto 2012

5.3 Klauben

Beim Klauben wird das Roherz Stück für Stück auf seine Eigenschaften überprüft. Je nach Ergebnis der Prüfung wird das betreffende Stück aussortiert oder im Materialstrom belassen. Zu diesen Eigenschaften gehörte jahrhundertlang vor allem der optische Eindruck, unmittelbar wahrgenommen durch die Klaubearbeiter. /KRA 1951/

In den letzten Jahrzehnten kamen Ptozesse hinzu, bei denen andere Eigenschaften für das Klauben genutzt werden, wie beispielsweise die ausgesendete radioaktive Strahlung oder die Reaktion auf UV-Licht. Am Rammelsberg erfolgte die Erzkläubung allerdings immer ohne besondere Messgeräte. Speziell geschulte Klaubearbeiter erkannten anhand von Farbe, metallischem Glanz und Oberflächenstruktur, ob es sich um Bleierze, Kupfererze, Blei-Kupfer-Mischerze oder andere Erze handelte. Sie waren sogar in der Lage, die Erze recht genau nach den verschiedenen hohen Kupferkonzentrationen zu unterscheiden.

Die Rammelsberger Lagerstätte setzte sich aus unterschiedlichen Mineralen zusammen, wobei nur ein Teil Kupfergehalte hatte, die eine Verarbeitung zu Kupfer erlaubten. In reiner Form sind Kupferminerale leicht an ihrer dunkelgoldenen Farbe zu erkennen. Sie unterscheiden sich dadurch von den hellgoldenen pyritischen Erzen, den grausilbrigen Bleierzen, den bräunlichen Zinkerzen und den matt-grauen, vorrangig Schwespat enthaltenden Erzen. Allerdings kamen diese Erzsorten fast

ausschließlich in Mischformen vor, so dass die Unterscheidung erschwert wurde. Hervorzuheben ist das sogenannte Melierterz, in dem sowohl Kupfer- als auch Bleierz enthalten war. Trotz der Vermischung boten diese optischen Eigenschaften die Möglichkeit zur Sortierung. /KRA 1951/

Im 15. Jahrhunderts war die Erzförderung aus den Rammelsberger Gruben nach und nach eingestellt worden. Die Halden, auf denen in der Zeit zuvor das als unbrauchbar betrachtete Haufwerk abgekippt worden war, wurden in dieser Zeit noch einmal nach nutzbaren Mineralen durchsucht. Die bei dieser Klaubearbeit als Abgänge übrig gebliebenen tauben Massen liegen heute auf dem Höhengniveau 390 m NN an der Straße zum Maltermeister Turm.

Im 16. Jahrhundert begann die Erzförderung wieder, nun aber besonders spezialisiert auf Bleierze und das darin enthaltene Silber. Die Praxis der Handkläubung auf den Schachthalden blieb aber die gleiche. /KRA 1948a/

1715 hat Berckelmann diese Aufbereitung etwas näher beschrieben. Die Bergleute hatten bereits untertage das Erz grob vorsortiert. Übertage erfolgte auf den Erzhaldden eine genauere Sortierung. An den Schächten gab es einen als Scheider bezeichneten Bergmann, der bereits auf „der Bahn“ (den Holzschurren, über die das Erz auf die Erzhaldden oder auf die Fuhrwerke rutschte) das zu kleine Erz mit einer Harke abtrennte. Es wurde in die Erzwäsche gebracht, dort gesäubert und zu den Hütten transportiert. Das aus-

Tabelle 5.3: Grubenerz-Klaubeprodukte 1905, alles in t, nach /KLS 1980/

		Förderung aus der Grube			
		Bleierz	Melierterz	Kupferkniest	Summe
Aufberei- tungspro- dukte	Kupfererz	309	3940	177	4426
	Melierterz	515	9392		9907
	Bleierz	16032	7566		23598
	Schwefelerz	1443	1155		2598
	Kupfer- kniest*		137	4487	4624
	Halden- klein**	7534	8682		16216
	Abgang	20	19	16	55
	Summe	25853	30891	4680	61424

geklaupte taube Material wurde auf die Bergehalde gefahren (vgl. Kap. 5.4.) /BER 1715/.

Im Bergamtsprotokoll vom 15. Juni 1722 ist vermerkt, dass für die „bau-
fällig gewordene Erzwäsche vor dem
Rammelsberge“ 16 Gulden, 15 Gro-
schen und 6 Pfennige vom Goslar-
er Bergamt bewilligt wurden. /BAC
1722/

Die wesentliche Aufbereitung erfolgte aber nach wie vor auf den Erz-
halden an den Schächten. Sie endete
Anfang des 19. Jahrhunderts mit den
Röderschen Reformen, in deren Folge
die gesamte Erzförderung auf die in
diesem Zusammenhang neu angelegte
Tagesförderstrecke umgestellt wurde.
Nun gab es statt der vielen Schacht-
halden nur noch eine zentrale Erzhal-
de beziehungsweise Erzklaubung. Sie
befand sich vor dem Stollenmundloch
im Bereich des heutigen Museums-
haupteingangs.

Die Betriebsberichte enthalten Listen
der Mengen geförderter Erzsor-
ten. Bei-
spielsweise wurden 1850 5.244 t Blei-
erz, 3.058 t Kupfererz, 3.675 t Melier-
terz und 448 t Kupferkniest gefördert. /
KER 1853/

Für das Klauben wurden relativ viele
Arbeiter benötigt. Das belastete zwar
den wirtschaftlichen Betriebserfolg,
hatte aber auch einen sozialen Aspekt.
Mit dem Klauben wurden viele Berg-
leute beschäftigt, die aufgrund von
Verletzungen oder altersbedingt nicht
mehr in den Gruben arbeiten konnten.
Sie hatten dadurch trotzdem noch ein
Einkommen. Renten gab es für sie
bis zum Ende des 19. Jahrhunderts
nicht und einen Gnadenlohn gewähr-
ten die Gruben nur in Ausnahmefäl-
len. Die Erzwäschen hatten aber auch
die Aufgabe der Lehrlingsausbildung.
Dort begannen die angehenden Berg-
leute ihren beruflichen Werdegang als
Pochjungen und Wäschearbeiter, um
unter der Anleitung erfahrener Auf-

bereitungsarbeiter ihren Blick für die Erze zu schulen (vgl. Kap. 5.4.). /KRA 1948a/

Trotzdem fehlte es nicht an Versuchen, das Klauben effektiver zu gestalten. Ein Beispiel dafür war der Bau der Rammelsberger Sieb- und Klaubeanlage in den Jahren 1912/13. Eine wesentliche Modernisierung stellten die Lesebänder dar. Das waren Gurtbandförderer, an deren Seiten die Klaubearbeiter standen. Ein weiterer Vorteil war, dass die Klaubearbeiten nun weitgehend witterungsunabhängig wurden.

Die (Alte) Sieb- und Klaubeanlage war die unmittelbare Vorgängeranlage der heutigen Rammelsberger Flotationsanlage. Sie arbeitete allerdings noch ausschließlich trockenmechanisch. Mit ihr sollten bei einschichtigem Betrieb 350 t pro Tag beziehungsweise 100.000 t pro Jahr verarbeitet werden können. Das war dreimal mehr als bis dahin und wäre mit der Handklaubung auf der Erzhalde (dem Erzfreilager auf dem unteren Werkhof) nicht möglich gewesen.

Die Inbetriebnahme der Sieb- und Klaubeanlage erfolgte am 04. Oktober 1913. Wie ihre Nachfolgerin ist sie an den Hang des Rammelsbergs gebaut worden, allerdings ungefähr sieben Meter weiter südlich. Eine wichtige Rahmenbedingung für die Bauplanung war, dass die Erze weiterhin mit Pferdefuhrwerken zu den Hütten transportiert werden sollten, denn dafür bestanden alte Verträge. Das Erzfreilager sollte deshalb in Betrieb bleiben. Zwischen der Tagesförderstrecke und dem Frei-

lager bestanden jedoch nur ungefähr vier Meter Höhenunterschied, die nicht ausreichten, um dazwischen die vorgesehenen Siebe, Brecher, Bunker und Klaubebänder unterzubringen. Deshalb musste eine gesonderte Vertikalförderanlage gebaut werden. /KLS 1984a/

Als technische Lösung dieses Problems ist der Bau eines kurzen Schachtes, des sogenannten Hebeschachts, gewählt worden. Er beginnt untertage von der Tagesförderstrecke. Seine Tagesöffnung liegt 18 m höher am Hang, im Niveau der oberen Sieberei-Etage. Die Erzbelieferung dieser Anlage war damit weitgehend vor Witterungseinflüssen geschützt. /GEI 2001/

Die Erze kamen in sogenannten Stehaufwagen (Förderwagen mit beidseitiger Kippmöglichkeit) aus der Grube. Sie hatten ein Volumen von einem halben Kubikmeter. Vom Hebeschacht führte eine kurze Gleisbrücke zur oberen Waage- und Entleerungs-Etage. Die Wagen wurden dort separat nach Erzsorten auf sechs fest stehende Roste (Siebe) gekippt. Der Rostdurchgang betrug jeweils 150 mm. /KLS 1980/

Das Überkorn ist von Hand in Kupfererz, Bleierz und Melierterz sortiert und das Kupfererz und das Bleierz in getrennte Bunker gestürzt worden. Sie reichten bis hinab zur Werkstraße. Dort wurde das Erz aus den Bunkern in Förderwagen geladen und mit einer Seilzuganlage zum Freilager gezogen. Beim Entladevorgang blieben die Wagen mit dem Seil verbunden. Sie wurden also während der Fahrt entleert.

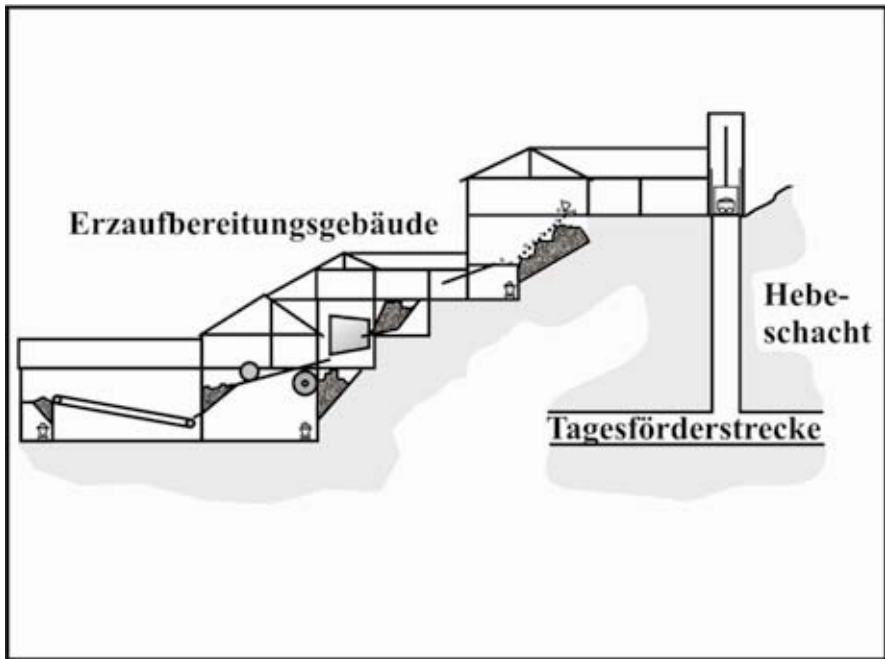


Abb. 5.3: Alte Sieb- und Klaubeanlage, Prinzipskizze nach /KLS 1984a/

Das Melierterz wurde in einem Walzenbrecher zerkleinert und gelangte zusammen mit dem Rostdurchgang in Bunker und von dort über einen Schubwagenspeiser zu einem Trommelsieb, mit dem vier Korngrößenklassen hergestellt wurden:

- 0-30 mm (Schlieg),
- 30-50 mm (Gräupel),
- 50-80 mm (Waschkern) und
- 80-150 mm (Bergkern).

Bergkern und Waschkern wurden anschließend auf Lesebändern geklaubt, wobei besonders Holz- und Eisenteile sowie Schieferstücke aussortiert werden sollten. Das geklaubte Erz wurde in Förderwagen geladen und mit der oben genannten Seilzugvorrichtung

hinaus auf die Stege des Freilagers gezogen, um dort abgestürzt zu werden. Von dort erfolgte der Abtransport zu den Hütten mit Pferdefuhrwerken (s. Abb. 5.3).

Für die geklaubten Blei-Kupfererze und Kupfererze ist 1916 eine gesonderte Seilzugvorrichtung gebaut worden. Sie brachte die Förderwagen zu Bunkern, die sich zwischen der Werkstraße und dem unteren Werkhof befanden. Aus ihnen wurden die Erzbahnwagen gefüllt, die über die 1916 neu angelegte Schmalspur-Erzbahn mit speziellen Waggons und Dampflok zur Hütte nach Oker gefahren wurden.

Trotz der erreichten Leistungssteigerung waren Klaubeanlagen in den

1920er Jahren weltweit in der Regel zu teuer und nicht mehr zeitgemäß. Die meisten wurden in den 1930er Jahren außer Betrieb genommen, die Rammelsberger Sieb- und Klaubeanlage erst 1940.

Am Rammelsberg wurde die Klaubung durch die Neue Aufbereitungsanlage abgelöst. Das geschah in zwei Schritten. 1939 ging die Alte Sieberei außer Betrieb und die Blei-Zinkerze wurden in der Neuen Aufbereitung flotiert. Übrig blieb aber eine Kupfererz-Handklaubung, die ebenfalls in der Neuen Aufbereitung untergebracht war. Diese letzte Rammelsberger Erzklaubung wurde erst 1941 eingestellt. Fortan wurden alle Erze gemeinsam flotiert.

Seit 1941 diente das Klauben am Rammelsberg nur noch dem Aussortieren von Holz- und Eisenteilen. Sie traten ab dieser Zeit durch die verstärkte Mechanisierung des Grubenbetriebs, besonders aber durch den Einsatz des neuen Abbauverfahrens, des Fließbaus und später durch den Einsatz mechanischer Lademaschinen, wie Schrapper, Wurfschaufellader und Frontschauellader, häufiger im Haufwerk auf.

1954 wurden über den Lesebändern Magnetabscheider eingesetzt, um auch die letzten manuellen Lesearbeiten weitgehend einzusparen. Zusätzlich gab es Eisenspürgeräte, die über den Gurtbandförderern installiert worden waren und den Klaubearbeiter durch akustische und visuelle Signale auf enthaltene Eisenteile aufmerksam machte. /KLS 1984/

5.4 Rinnen,- Herd- und Setzarbeit

Rinnen, Herden und Setzvorrichtungen ist gemeinsam, dass sie den Dichteunterschied zwischen einem schwereren Erz und einem leichteren tauben Material nutzen. Das feine Roh Erz wird in Wasser zu einer Trübe aufgeschlemmt. Die Erzkörner bewegen sich darin auf anderen Bahnen als das taube Material.

Rinnen oder Schlammgräben, am Rammelsberg Durchlass genannt, waren leicht geneigt angelegt. Die Erztrübe wurde oben eingeleitet. Am Boden blieben die schweren Erzpartikel liegen. Die leichteren tauben Gesteinspartikel wurden vom Wasser weg geschwemmt. /KRA 1951/

Herde waren schon in der Antike bekannt. Es handelt sich dabei um leicht geneigte Tische. An ihrem oberen Ende wird die Erztrübe etwas schräg aufgegeben, die dann in leichtem Bogen abwärts fließt. Dabei spült das Wasser die tauben Körner weiter hinab als die Erzkörnchen. Auf den Herdflächen bilden sich sogenannte Fahnen, parabelförmige Ablagerungen der Erzkörnchen, die separat vom Herd genommen werden können. Die Herde können glatte Holztische sein, Querrippen haben oder mit Textilbahnen bespannt sein. Der Name Kehrherd leitet sich davon ab, dass die Erzkörnchen in gewissen Abständen mit Besen abgekehrt wurden. Im 19. Jahrhundert sind Herde weiterentwickelt und optimiert worden, wobei zum Beispiel Schnellstoßherde und Rundherde entstanden

sind. Am Rammelsberg erlangen sie allerdings keine Bedeutung und sollen deshalb hier nicht weiter beschrieben werden.

Unter Setzarbeit wurden Aufbereitungsschritte verstanden, bei denen ein Korngemisch aus Erz und taubem Material von einem pulsierenden Wasserstrom durchflossen wird. Dabei setzen sich die schweren Körner unten ab. Das Setzen kann von Hand geschehen, indem ein Sieb mit dem Korngemisch beladen unter Wasser auf und ab beziehungsweise hin und her bewegt wird. Bei den 1828 eingeführten Setzmaschinen wurde dasselbe Prinzip angewendet, nur dass hier ein Sieb im Wasserbad durch Maschinenkraft bewegt wurde. Später wurde das Wasser rhythmisch durch fest stehende Siebböden gedrückt (Kolbensetzmaschinen).

Zu jeder Erzwäsche gehörte, wie auch im Falle der Rammelsberger Brandstaubwäsche, ein Sumpf. Das war ein offener kleiner Teich, in den die nicht weiter aufbereitbaren Schlämme geleitet wurden. Die Schwebstoffe setzten sich dort ab und das dadurch weitgehend geklärte Wasser konnte in die Vorflut abgegeben werden.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt betrachtet lassen sich Rammelsberger Erze nicht mit Rinnen, Herden und Setzvorrichtungen in Kupfer- und Bleierze sortieren. Dafür waren die Dichteunterschiede zu gering und der Verwachsungsgrad zu innig. Immer wieder angestellte Versuche haben das nachdrücklich bewiesen.

Das beim Klauben als unbrauchbare Korngröße anfallenden Feinerz bildete einen großen Teil des geförderten Roherzes. Es gemeinsam mit dem Brandstaub verkaufsfähig aufzubereiten, war das Ziel der Arbeit in der Brandstaubwäsche.

Als Brandstaub wurde ein Gemisch aus feinstückigem Erz, verkohlten Holzresten, Asche und Schieferstücken bezeichnet. Es entstand beim Feuersetzen, dem bis in die 1860er Jahre in den Rammelsberger Gruben vorrangig angewendeten Abbauverfahren. Der Brandstaubverkauf an die Hütten erschien Jahrhunderte lang nicht als lohnend, obwohl bekannt war, dass der Brandstaub ungefähr ein Zehntel des gewonnenen Erzes enthielt. Seine Beimengen waren für die Verhüttung ungünstig. Außerdem neigte der Brandstaub zur Selbstentzündung. Er war deshalb auf gesonderte Halden gebracht oder untertage gelassen und zum Planieren der Fahrwege und der Weitungssohlen verwendet worden.

Die Brandstaubwäsche erfolgte mit Hilfe eines kleinen Staus des Wintertalbachs. Das Erz wurde dort bis zum Ende des 18. Jahrhunderts im Freien gewaschen, das heißt von anhaftenden Verunreinigungen befreit (s. Abb. 5.4.a). Über eine weitergehende Aufbereitung durch diese Erzwäsche ist nichts bekannt.

Bereits 1565 hatte Lazarus Ercker von Erzwäschungen geschrieben, in denen kleinstückiges Erz in einem Durchlass gewaschen würde. /ERC 1565/



Abb. 5.4.a: Erzwäsche im Freien, Tageriss /EGG 1735/

1615 erwähnte auch Löhneyß Erzwäschen „vor dem Berg“. Es wurde Erz in zwei Korngrößen hergestellt, Kern und Klein, wobei die erstere größer als eine Haselnuss war und zweite kleiner. Das kleine Erz wurde von den Hütten bei der Haufenröstung als untere Schicht eingebaut. /LÖH 1617/

1665 hatte Koch das Verfahren etwas näher erklärt. In der Wäsche „unter“ dem Rammelsberg sei das aussortierte Wascherz mit Schaufeln in einem Gerenne gerührt worden, bis es sauber genug war, um an die Hütten abgegeben werden zu können. /KOC 1665/

1735 ist von Eggers ein Plan von der Übertagesituation des Rammelsbergs gezeichnet worden. Darauf ist im Bereich des heutigen Unteren Werkhofs und des 15m-Eindickers eine „Bergwäsche“ zu sehen. Es hat sich nicht um ein Gebäude gehandelt. Gearbeitet wurde offensichtlich im Freien. /EGG 1735/

1767 hat Cancrinus beschrieben, dass der Brandstaub aufbereitet wurde. Er würde „unter der Stürze“ in einen „Sumpf gespült“, um die brauchbaren Erzstücke aussortieren zu können. /CAN 1767/



Abb. 5.4.b: Brandstaubwäsche (unteres Gebäude), Ausschnitt aus einem Gemälde von nach Karl Koch, 1837

1768 wurde das erste regelrechte Aufbereitungsgebäude des Rammelsbergs in Betrieb genommen. Es stand zwischen der heutigen Waschkaue und der Rammelsberger Straße und ist auf Veranlassung des damaligen Werkleiters Röder errichtet worden. Aufbereitet wurde hier sowohl Feinerz (Haldenklein) als auch Brandstaub (s. Abb. 5.4.b).

Zusätzlich zu dem Brandstaub, der aus den Gruben heraus gefördert wurde, wurde in der Wäsche noch Brandstaub aus der Haldenrückgewinnung aufbereitet. Im Winter musste der Betrieb eingestellt werden, weil das Wasser einfro. Trotzdem ging der Betrieb in den untertägigen Gruben weiter, so dass auch im Winter Brandstaub anfiel. Deshalb wurde ein Schuppen errichtet, in dem die im Winter geförderten Brandstaubmassen zwischengelagert werden konnten. Er befand sich auf



Abb. 5.4.c: Brandstaubschuppen (großes Gebäude in Bildmitte), Schienenbahn und Brandstaubwäsche (Gebäude rechts unten), nach Melchior Kraus, 1784

dem Höhenniveau der Schachthäuser und der alten Halden. Von dort führte eine eigens für den Brandstaubtrans-

port errichtete Schienenbahn hinab zur Brandstaubwäsche (s. Abb. 5.4.c) /KER 1853/, /AHR 1853/

Heinrich Ahrend hat in seinem Betriebsbericht den Vorgang der Brandstaubwäsche ausführlich beschrieben. Demzufolge sind die Erze, die noch weiter zu sortieren waren, und der Brandstaub in die Brandstaubwäsche gebracht und dort durch zwei hölzerne Trichter auf eine lange Scheidebank gestürzt worden. War das Erz zu verunreinigt, dann wurde es in der Art behandelt wie auch der Brandstaub.

Für Brandstaub gab es unmittelbar neben dem Gebäude einen weiteren Schuppen, in dem er getrennt nach Blei- und Kupfererzgehalt zwischengelagert wurde. Der erste Aufbereitungsschritt war die Grobklassierung (Durchwurf). Verwendet wurden dafür drei fest stehende, eiserne Siebe mit 18 mm Maschenweite (Rätter). Sie waren auf hölzernen Gestellen montiert und hatten eine Länge von 1,5 m, eine Breite von 0,6 m und eine Neigung von 52°. An jedem Rätter waren zwei Burschen beschäftigt. Der eine transportierte den Brandstaub aus dem Schuppen zum Rätter und der zweite war mit dem Absieben beschäftigt.

Die Kornfraktion, die nicht durch das Sieb gefallen war, nannte man Waschkern. Er war noch verschmutzt und mit Asche vermischt und wurde deshalb gewaschen. Dafür gab es einen leicht schräg stehenden 3 m langen und 1,2 m breiten Herd. Er hatte drei Abschnitte, die Gefälle genannt wurden. Das obere war 30 cm und das untere 15 cm hoch. Oben am Herd wurde mit einer hölzernen Rinne (Gerenne), sauberes Wasser zugeführt. Am unteren Ende wurde das schmutzige Wasser mit einem Gerenne abgeführt. Das Waschen geschah mit einer Kratze. Die im gewaschenen Gut enthaltenen zu großen Erzstücke wurden vor dem Wäschegebäude mit großen Handhämmern zerkleinert und der Tonschiefer aussortiert. Das Zwischenprodukt bezeichnete man als Kern.

Der Siebdurchgang der Rätter wurde in zwei Rinnen von 30 cm Breite, 30 cm Tiefe und 1,65 m Länge gestürzt und mit Wasser aufgeschlämmt (Durchlässe). Sie waren leicht geneigt. An ihrem unteren Ende staute ein 10 cm hohes Brett das Wasser in der Art eines kleinen Wehrs an. Das überlaufende Wasser wurde in den an der Wäsche vorbei fließenden Bach, die Abzucht, geleitet. Das Material, das sich vor dem Brett abgesetzt hatte, wurde in einen weiteren Durchlass gegeben und dort mit einer Schaufel so lange gerührt, bis alle Kohle- und Aschebestandteile entfernt waren. Danach erfolgte auf einem 4,8 m langen und 1,2 m breiten Klaubetisch (Bühne) die Aussortierung der noch enthaltenen Schieferstücke.

Das so erzeugte Zwischenprodukt wurde in vier Setzsiebe gegeben. Jedes hatte einen Durchmesser von 60 cm, eine Bordhöhe von 7,5 cm und zwei Handgriffe. Der Siebboden bestand aus geflochtenem Messingdraht mit einer Maschenweite von 6 x 4 mm. An jedem Setzsieb stand ein Bursche, der das Sieb in einem mit Wasser gefüllten Setzfass

„recht schnell hin und her“ bewegen musste. Die Setzfässer hatten einen Durchmesser von 1,2 m und eine Höhe von 1,1 m. Sie waren so hinter der Bühne aufgestellt, dass sie halb unter ihr standen und das Material direkt von der Bühne auf die Setzsiebe gezogen werden konnte. Das durch das Setzsieb gefallene Erz nannte man Schlieg. Er wurde bis zum Abtransport zu den Hütten in einer Kiste zwischengelagert. Die im Setzsieb über dem Erz liegenden Schieferstücke mussten von Hand heraus genommen werden. Das Fertigprodukt hieß Gräupel.

Das Brauchwasser für die Brandstaubwäsche stammte aus dem Herzberger Teich. Sein ehemaliger Grundablass (Grundstriegel) war im Laufe der Jahrzehnte undicht geworden. Das dort austretende Wasser reichte sowohl hinsichtlich der Geländehöhe als auch des Volumenstroms für die Brandstaubwäsche aus.

Gewöhnlich wurde die Brandstaubwäsche nur von Anfang April bis Ende November betrieben, weil sie unbeheizt war und bei Frost nicht mit Wasser gearbeitet werden konnte. Im Winter wurden die älteren Burschen als Förderleute (Reihehelfer) in der Grube beschäftigt. Die jüngeren halfen auf der Erzhalde beim Zerkleinern der Erze.

Die Aufsicht führte ein Wäschesteiger, der dafür wöchentlich 2 Thaler und 8 Groschen erhielt. Das war etwas weniger als der Lohn eines Grubensteigers. Deshalb wurde dem Wäschesteiger die Möglichkeit gegeben, in der Grube Überstunden zu machen. Damit konnte er zusätzlich 16 Groschen pro Woche verdienen. Im Winter arbeitete er als Gedingarbeiter in der Grube mit einem Lohn von wöchentlich 2 Thaler und 18 Groschen. Gewöhnlich arbeiteten sechs Burschen am Durchwurf, zwei waren mit dem Waschen an den Gefällen beschäftigt, zwei bis drei sortierten Schiefer aus und zerschlugen die großen Erzstücke, sechs arbeiteten am Durchlass und vier an den Setzsieben.

Das Mindestalter bei der Einstellung der Burschen betrug 15 Jahre. Die ersten drei Jahre erhielten sie wöchentlich 14 Groschen, danach 16 Groschen. Anschließend wurden sie Setzer und bekamen 18 Groschen mit einer jährlichen Zulage von zwei Groschen. Mit 17 Jahren konnten sie schon aushilfsweise in der Grube eingesetzt werden und danach dauerhaft.

Die Arbeitszeit begann Dienstag bis Freitag um 5 Uhr und endete um 16 Uhr. Montags begann sie erst nach der Betstunde und dauerte acht Stunden. Sonnabends wurden sieben Stunden gearbeitet. Die Wäschearbeiter wurden auch auf der Erzhalde eingesetzt. Sie sortierten dort die Erze. Auf der Erzhalde gab es ebenfalls einen Durchwurf. Außer den Wäschearbeitern wurden zum Sortieren der Erze auf der Erzhalde auch die Arbeiter beschäftigt, die wegen körperlicher Schwäche nicht mehr in der Grube arbeiten konnten, aber noch keine Invaliden waren. Sie verrichteten nur sechsstündige Schichten und erhielten vier Groschen pro Schicht. Es gab auch eine Nachmittagsschicht von 12 bis 16 Uhr, die mit 3 Groschen und 6 Pfennig vergütet wurde. Die Klaubearbeiter verrichteten wöchentlich drei achtsündige Schichten. Sie erhielten dafür einen Lohn von vier Groschen pro Schicht. /AHR 1853/

Die Brandstaubwäsche steuerte zeitweise 10-15% der gesamten Erzlieferungen an die Hütten bei. Die alten Brandstaubhalden waren jedoch bald abgebaut, so dass nur noch der aus dem laufenden Grubenbetrieb stammende Brandstaub verarbeitet werden konnte. Und auch diese Lieferungen verringerten sich mit der untertage schrittweise eingeführten Bohr- und Sprengarbeit, die das noch bis 1865 verwendeten Feuersetzens ablöste.

Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts sind in anderen Bergbaurevieren zur Dichtesortierung eine Reihe von Herd- und Setz-Aufbereitungsverfahren entwickelt und betrieben worden.

/GRU 1925/ Die dabei im Oberharzer Revier und darüber hinaus erreichten Erfolge sind am Rammelsberg interessiert verfolgt worden. Die gemeinsame Ober- und Unterharzer Bergbauverwaltung regte immer wieder Versuche an, auch die Rammelsberger Erze auf diese Art aufzubereiten. Ein Versuch wurde zum Beispiel 1874 auf der Okerhütte durchgeführt, erbrachte aber nur eine Metallanreicherung um wenige Prozent.

Im Jahre 1905, also deutlich nachdem kein Brandstaub mehr von den Gruben und Halden geliefert wurde, ist eine Analyse des angelieferten Feinerzes und der Abgänge der nun Alte Wäsche genannten ehemaligen Brandstaubwäsche angestellt worden. Sie ergab, dass praktisch kein Aufbereitungserfolg zu verzeichnen war. Die Alte Wäsche hatte, solange wie sie noch Brandstaub verarbeitet hatte, ihre Berechtigung

zum Reinigen des im Brandstaubs und zum Trennen des darin enthaltenen Feinerzes und Schiefers, danach aber nicht mehr. Ihr Betrieb wurde daraufhin eingestellt.

Tabelle 5.4: Produkte der Brandstaubwäsche 1905 in Tonnen, nach /KLS 1980/

	Haldenklein von	
	Bleierz	Melierteerz
Kupfererzkern		225
Kupfererzschlieg		221
Waschkern	2340	2378
Gräupel	5194	5857
Summe	7534	8681

Kurz vor dem Ersten Weltkrieg führte die Maschinenbauanstalt Humboldt in Köln-Kalk weitere Versuche mit Rammelsberger Erzen durch. Die erprobten Herd- und Setz-Verfahren erwiesen sich aber als nicht wirtschaftlich einsetzbar. Ähnliche Ergebnisse waren zu dieser Zeit in Goslar mit einem Schnellstoßherd der Firma Humboldt gemacht worden. Der Dichteunterschied zwischen den unterschiedlichen Rammelsberger Erzen war zu gering. Auch die damals gerade in anderen Revieren erfolgreiche Magnetaufbereitung kam nicht in Frage, denn die Rammelsberger Erze sind weder magnetisch noch magnetisierbar.

Anfang des 20. Jahrhunderts sollte aber unbedingt die Roherzförderung erhöht und die Verhüttung durch den Bau einer Aufbereitungsanlage kostengünstiger gestaltet werden. Dafür kam zu dieser Zeit aus den erwähnten Gründen nur eine Klaubung in Frage.

1908 begannen die Planungen für den Bau der Sieb- und Klaubeanlage (vgl. Kap. 5.3).

Eine andere Form der Sortierung nach Dichteunterschieden ist die Sink-Schwimmaufbereitung. Dabei wird eine Flüssigkeit verwendet, deren Dichte kleiner ist als die des auszusortierenden Erzes, aber größer als die des tauben Materials. Wird das zu sortierende Material in diese Schwertrübe gegeben, dann sinkt das Erz ab und das taube Material schwimmt auf. Beides lässt sich dann relativ einfach voneinander trennen. Dieses Verfahren ist in der Erzaufbereitung in Bad Grund, nicht aber am Rammelsberg verwendet worden. Der Prozess trat lediglich als Nebeneffekt in den Kugelmühlen der Rammelsberger Anlage auf. Dort schwammen Holz- und Schieferstücke in der Mahltrübe auf. Sie konnten durch einen in Form eines zylindrischen Siebkorbs verlängerten Mühlenaustragszapfen aufgefangen werden. Er war ursprünglich zum Auffangen von zufällig dorthin gelangten Mahlkörpern gedacht.

Ein ähnlicher Effekt zeigte sich in der sogenannten Konditionierzelle auf der Reagenzienbühne. Dort hinein wurde die Trübe aus den großen Kugelmühlen gepumpt und auch hier konnten mit einem nachgeschalteten Sieb aufgeschwommene Fremdkörper aussortiert werden (vgl. Kap. 9.6). /KLS 1982/

5.5 Flotation

Weltweit gab es Anfang des 20. Jahrhunderts einen Trend zum Abbau geringwertiger Rohstoffe, denn die

Bergwerke und Aufbereitungsbetriebe hatten die besseren Lagerstätten(teile) bereits weitgehend abgebaut. Stattdessen lieferten die Gruben häufig nur noch fein verwachsene Erze, zum Teil auch mit deutlich mehr tauben Bestandteilen vermengt als bis dahin. Deshalb wurde nach neuen Aufbereitungsverfahren gesucht. Die herkömmliche Rinnen-, Herd- und Setzarbeit reichte für die Aufbereitung dieser Erze nicht mehr aus. /GRU 1925a/

Ein besonderes Problem stellten Erze dar, die sowohl Blei als auch Zink enthielten und bei denen die beiden Minerale sehr fein miteinander verwachsen waren, wie am Rammelsberg. Konzentrate, in denen sowohl Blei als auch Zink angereichert war, ließen sich aber kaum noch an die Hütten verkaufen.

Die Aufmahlung, die für eine Trennung ausreicht, muss sehr fein sein. Für diese Korngrößen wären selbst die damals modernsten Herde nicht mehr wirtschaftlich einsetzbar gewesen. Bestenfalls hätte sich eine Erhöhung der Bleikonzentration durch den Einsatz weiterer Herde ermöglichen lassen. Aber dann wäre sehr viel der Metallminerale mit den Abgängen, vor allem mit den allerfeinsten Schlämmen, verloren gegangen. Deshalb musste ein völlig neues Verfahren gefunden werden. Die Lösung dieses Problems brachte die Entwicklung des Flotationsverfahrens.

Dieses Verfahren hatte sich im vergangenen Jahrhundert in einer überaus drangvollen Entwicklung zum wichtigsten Erzaufbereitungsverfahren her-

ausgebildet. Hinter dieser Entwicklung standen die handfesten wirtschaftlichen Interessen der Bunt- und Edelmetallhersteller, die einerseits die notwendigen finanziellen Mittel für die Forschung zur Verfügung gestellt und andererseits schnelle Erfolge gefordert haben. Entstanden ist eine vielgestaltige Technologie, die aber im Grunde genommen auf einem einfachen Prinzip beruht, dem Flotationsprinzip.

Dabei wird ein Gemisch aus Wasser, fein gemahlenem Erz, kleinen Luftblasen und Reagenzien in einem Gefäß (Flotationszelle) heftig verwirbelt. Nach kurzer Zeit bildet sich an der Oberfläche des Gefäßes Schaum. Darin sammeln sich bestimmte Minerale, die sich von den in der Trübe verbleibenden Mineralen durch ihre Oberflächeneigenschaften unterscheiden. Der Schaum wird abgeschöpft und die Trübe abgelassen. Damit erfolgt die Mineraltrennung.

Das Wesentliche an der Flotation besteht darin, nur die Minerale aufschwimmen zu lassen, die gewünscht werden, und diese dann auch gesondert abzutrennen. Die anderen Minerale sollen möglichst in der Trübe bleiben. Erreicht wird das durch die unterschiedliche Benetzbarkeit der Minerale mit Wasser. Schlecht benetzbare Partikel versuchen, möglichst wenig Berührungsfläche mit Wasser zu haben. Sie stoßen Wasser ab (hydrophob). Das ist so ähnlich wie bei einem neuen Autolack. Er ist wasserabstoßend. Deshalb bilden sich auf horizontalen Lackflächen bei Regen große Wassertropfen. Sie haben mit dem Lack wenig

Berührungsfläche. Alter Autolack kann im Laufe der Zeit diese Eigenschaft verlieren. Dann bilden sich die großen Wassertropfen nicht mehr. Ein anders Beispiel ist Blütenstaub, der auf Pfützen schwimmt. Das geschieht nur, weil er wasserabstoßend ist.

Im Falle des Flotations-Wasserbades haften die wasserabstoßenden Erzkörner an den Luftblasen, um weniger Berührungsfläche mit dem Wasser zu haben. (s. Abb. 5.5.a)

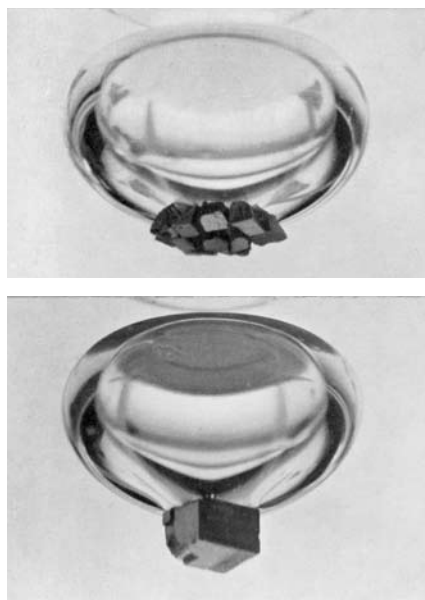


Abb. 5.5.a: Luftblasen mit anhängenden Bleiglanzkörnern, Foto aus /SUT 1955/

Die Luftblasen steigen auf und nehmen die anhaftenden Erzkörner mit bis zur Wasseroberfläche. Sind die Luftblasen stabil genug, dann bildet sich an der Wasseroberfläche der gewünschte Schaum. Gut mit Wasser

benetzbare Partikel haften dagegen nicht an den Luftblasen. Sie sinken ab.

Die meisten Mineralien sind von Natur aus nicht hydrophob. Ihre Wasserabstoßungskraft kann aber verändert werden. Um beim Beispiel des Autolacks zu bleiben: Ein alter Lack kann gewachst werden. Damit erhöht man seine Wasser-Abstoßungskraft.

In der Flotationstechnik werden dem Erz-Wasser-Luft-Gemisch Reagenzien zugesetzt, die diese Wirkungen haben. Dem Autowachs entsprechen die Sammler. Eine gegenteilige Wirkung haben die Drücker, zum Beispiel Wasserglas. Zum Cyanid wirkt drückend auf Pyrit. Zusätzlich gibt es Beleber (Anreger), die der Wirkung der Drücker entgegen wirken. Eine weitere Reagenziengruppe sorgt dafür, dass der Schaum stabil bleibt. Sie werden Schäumer genannt. Kalk und Schwefelsäure werden zugesetzt, um den pH-Wert zu beeinflussen. Das ist für die Flotierbarkeit der verschiedenen Sulfide wichtig.

Erst in den letzten Jahren ist entdeckt worden, welche Mechanismen die Flotation ermöglichen. Eins davon beruht darauf, dass auf der Oberfläche der hydrophoben Erzpartikel mikroskopisch kleine Luftblasen haften. Zwischen ihnen und der Partikeloberfläche herrschen hohe Bindungskräfte. Ihr Durchmesser beträgt weniger als ein Tausendstel Millimeter. Sie sind also viel kleiner als die Luftblasen, die zur Schaumbildung in die Erztrübe geschlagen werden. Nähern sich beide einander an, dann gibt es bei einem gewissen Abstand eine Vereinigung und eine dadurch entstehende anziehende Kraft. /SCH 2005/ (s. Abb. 5.5.b).

Einen für die Dimensionierung der Flotation brauchbaren Ansatz bietet die statistisch-stochastische Beschreibung der Flotationskinetik. Betrachtet wird dabei die Abhängigkeit des Flotationsergebnisses von der Flotationszeit. Dabei wird das im Labor oder unter Produktionsbedingungen ermittelte Metallausbringen betrachtet, das heißt das Verhältnis von Metallinhalt im



Abb. 5.5.b: Anziehungskraft durch Brückenbildung zwischen mikroskopisch kleiner Luftblasen auf der Partikeloberfläche und größeren Luftblasen in der Trübe, Prinzipskizze

Konzentrat zu Metallinhalt im Roherz. Es zeigt, wie viel Metall ungenutzt bleibt beziehungsweise mit den Flotationsabgängen verloren geht. Außerdem wird die Konzentratqualität betrachtet, das heißt der Metallgehalt in den Konzentraten, beziehungsweise die Reinheit der Konzentrate. /KLS 1970/

Das Ausbringen und die Qualität ändern sich mit der Dauer der Flotation. Längeres Flotieren bringt ein besseres Ausbringen. Gleichzeitig sinkt die Reinheit des Konzentrats, weil auch unerwünschte Bestandteile mit aufschwimmen. Ausbringen und Qualität lassen sich in einem gemeinsamen Diagramm darstellen (vgl. Abb. 4.c) /KLS 1968/

Die Kunst des Aufbereiters besteht darin, die optimale Zahl von Flotationsszellen pro Flotationsstufe beziehungsweise Flotationsschritt zu finden. Im Labor wird ermittelt, wie viel Zeit notwendig ist, bis das gewünschte Ausbringen erreicht ist, ohne dass die Konzentration zu weit abgesunken ist. Unter Produktionsbedingungen läuft die Erztrübe kontinuierlich durch die hintereinander geschalteten Flotationsszellen. Aus dem Volumenstrom und dem Zellenvolumen lässt sich die Verweildauer pro Zelle errechnen. Die im Labor ermittelte Dauer für einen Flotationsschritt, wie Vorflotation, Reinigung oder Nachflotation lässt sich damit umrechnen in die vorzusehende Zellenanzahl für den betreffenden Flo-



Abb. 5.5.c: MS-Zelle, Ablassseite, heutiger Standort Aufbereitung Antoni in Bleiberg/Kärnten, Foto 2012

tationsschritt. Diese Übertragung von Laborergebnissen auf die tatsächliche Flotationsmaschinenanordnung birgt zwar gewisse Unschärfen. Ausführliche Datenermittlung im laufenden Betrieb und Auswertung dieser Daten mit Hilfe der Regressionsanalyse ermöglichten aber, die Planung der Zellenanordnung immer weiter zu verfeinern. Mit dieser Methode kann die Auslegung der Flotationsanlage sehr gut optimiert werden. /KLS 1970/

Für die Flotation werden Maschinen verwendet, die aus einem oder mehreren Zellen bestehen. Die Erztrübe wird mit Rührwerken bewegt, die einen Antriebsmotor haben. Dieses Rührwerk saugte Luft an und schlägt sie als fein verteilte Blasen in die Erztrübe. Das geschieht im unteren Zellenbereich. Im oberen Bereich trennen sich die aufsteigenden Blasen und die absinkenden Trübebestandteile voneinander (zwei-Zonen-Prinzip).

Am Rammelsberg wurden anfangs Maschinen der Firma Minerals Separation London (MS) betrieben, die bereits das Zwei-Zonen-Prinzip nutzten. Jede Maschine hatte 16 oder 18 aus Holz gebaute Zellen. An der Rückseite der Zellen konnten die abgesunkenen Trübebestandteile durch eine Öffnung abgelassen und zur nächsten Verarbeitungsstufe, zum Beispiel zur nächsten Zelle, geleitet werden. Für die Regulierung des ablaufenden Volumenstroms konnten in der Art eines Wehrs kleine Bretter von oben in den Ablassbehälter geschoben werden (s. Abb. 5.5.s). An der gegenüber liegenden Zellenseite war oben ein rotie-

render Schaumabstreifer installiert (s. Abb. 5.5.d).



Abb. 5.5.d: MS-Zelle, Schaumabstreiferseite, heutiger Standort Aufbereitung Antoni in Bleiberg/Kärnten, Foto 2012

Ab den späten 1940er Jahren sind die MS-Maschinen durch Maschinen vom Typ Fahrenwald-Denver ersetzt worden, gebaut von der Firmer Denver (Colorado, USA) oder von der Firma Krupp/Gruson (Magdeburg). Deren Zellen bestanden aus Stahlblech. Das Rührerprinzip war ähnlich. Der Ablass und die Regulierungseinrichtung waren nicht mehr an der Rückwand angeordnet, sondern zwischen den Zellen. Für die Regulierung waren ursprünglich Handräder vorgesehen, die aber zu viel Wartung erforderten und deshalb am Rammelsberg wieder durch Holzbretter der Art wie bei den MS-Zellen ersetzt wurden (s. Abb. 5.5.e und f).

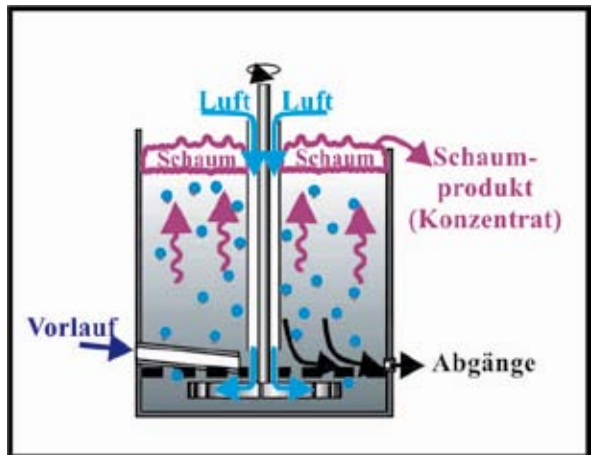
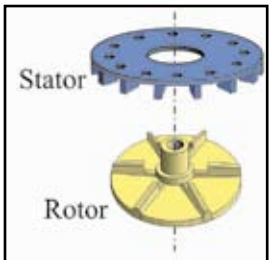
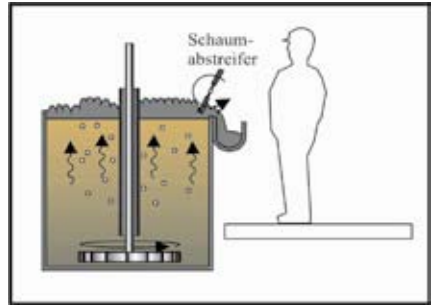
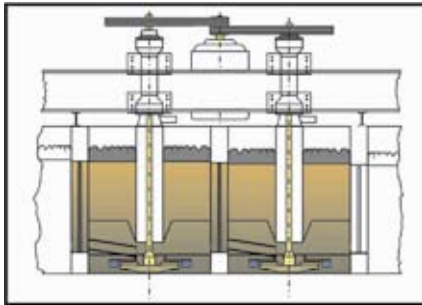
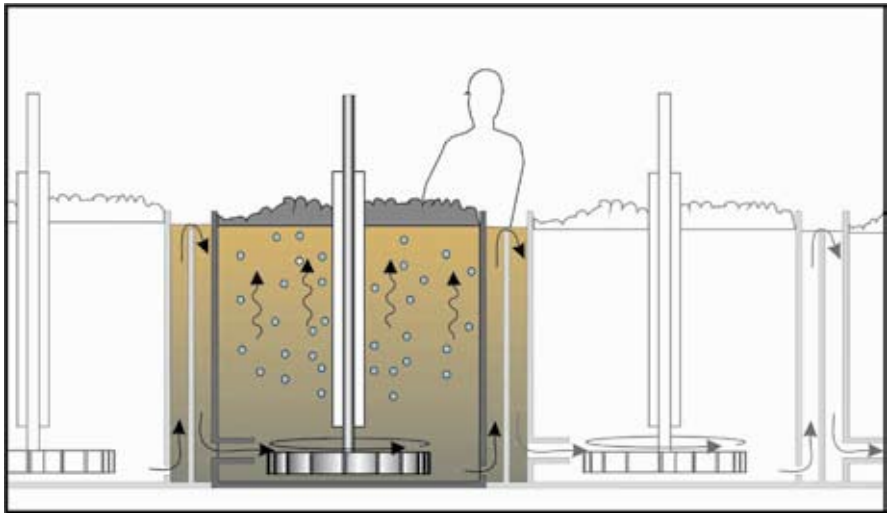


Abb. 5.5.e: Fahrenwald-Denver-Zelle, Prinzipskizze

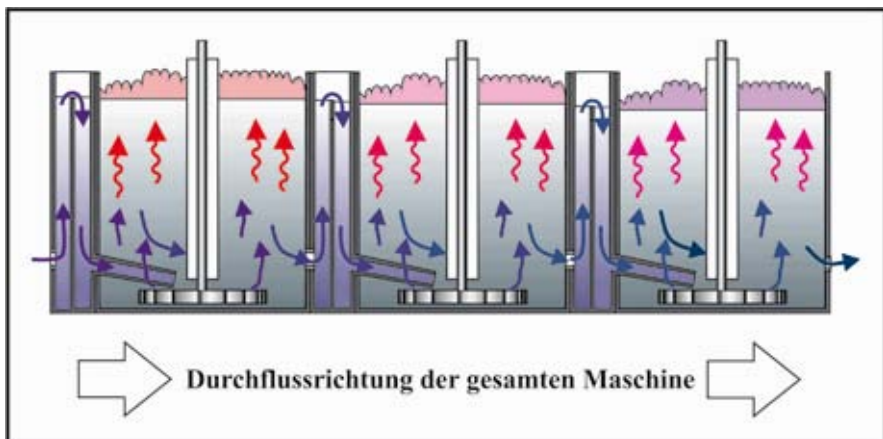


Abb. 5.5.g: Flotationsmaschine, Schaltschema nach /KLS 1985/

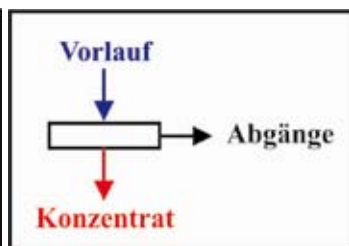
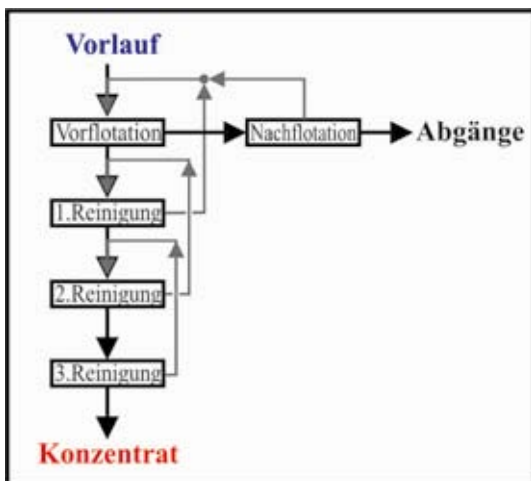
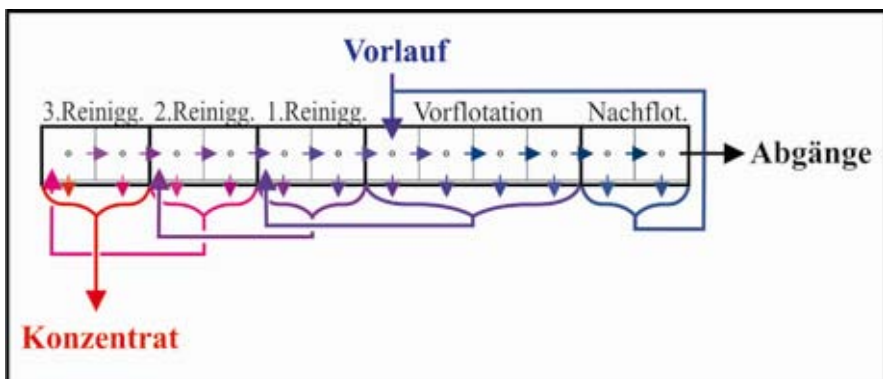


Abb. 5.5.f: Fahrenwald-Denver-Maschine, Prinzipskizze

Die Flotationsmaschinen sind so gebaut, dass die abgesunkenen Erztrübebestandteile zur jeweils benachbarten nächsten Zelle fließen (s. Abb. 5.5.g). Die Schaumprodukte werden so geleitet, dass sie von der Vorflotation zur Reinigung gelangen und von dort zur Nachflotation, in der noch einmal möglichst viel Metall herausflotiert wird.

5.5.1 Erfindungen und Entwicklungen der Flotationsverfahren bis 1935

Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts hatte es Erfolg versprechende Flotationsversuche gegeben. Allerdings war den Beteiligten nicht von vorn herein klar, ob die Schaumflotation, die Ölflotation oder die Filmflotation zu favorisieren war. Beispielsweise hatte W. Haynes 1869 in Großbritannien ein Patent für die Ölflotation erhalten. Bei ihr verband sich das Nutzmineral mit dem Öl und schwamm auf. Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, zu viel Öl zu verbrauchen.

In den 1870er Jahren wurde in der Dresdener Graphit-Tiegelfabrik Bessel mit Verfahren zur Reinigung von Graphit experimentiert. Die Eigentümer, die Brüder Adolph und August Bessel, erhielten 1877 ein Patent, das erstmals die Schaumflotation vorsah. 1 bis 10% Graphitstaub sollte in Wasser gemischt, Öle, Fette oder andere Kohlenwasserstoffe zugegeben und das Ganze aufgekocht werden. An den Dampfbläschen schwammen die Graphitkörner mit auf, nicht aber die Verunreinigungen. Damit war die Schaumflotation erfunden.

1886 bekamen sie ein weiteres Patent. Darin schlugen sie vor, die Gasbläschen durch das Zusammenführen von Salzsäure und Karbonaten und die dabei entstehende Kohlensäure zu erzeugen. Die weitreichenden Möglichkeiten ihres Patents auf dem Gebiet der Erzaufbereitung hatten sie allerdings noch nicht erkannt. /PET 1936/

1885 ließ sich Carrie Everson die Nutzung von Öl, Säuren und Salzen patentieren. 1898 hatten die Elmore-Brüder Francis und Alexander bahnbrechende Experimente auf dem Gebiet der Ölflotation durchgeführt. /BUN 1998/

1902 ist in Großbritannien ein Patent zur Anwendung des Besselschen Verfahrens für die Aufbereitung sulfidischer Erze an A. Fromet erteilt worden. Er hatte ein Patent weiterentwickelt, das 1901 S. W. Potter in den USA erhalten hatte. Darin war der Vorschlag enthalten, Schwefelsäure statt Salzsäure zu verwenden, allerdings kein Öl. Das hatte Fromet in seinem Patent nachgeholt. Potter hatte 1901 die erste großtechnisch eingesetzte Anlage gebaut. Mit ihr wurden insgesamt sechs Millionen Tonnen Haldenmaterial mit 20% Zink auf 42% angereichert. /SUT 1955/

Ebenfalls 1902 hatte G. D. Delprat in den USA ein Patent bekommen. Darin ist nicht die Verwendung von Schwefelsäure, sondern von Natriumbisulfat vorgesehen. Schließlich sind beide Patente zum Potter-Delprat-Verfahren vereinigt und weiter entwickelt worden. /SUT 1955/

1904 erhielt Francis Elmore in Großbritannien ein Patent, bei dem Gasblasen durch Wasserelektrolyse oder durch einen Vakuumprozess entstehen. Diese Idee führte jedoch in eine entwicklungstechnische Sackgasse. /GRU 1925/

Er ging zur MS und perfektionierte das Verfahren weiter. Seine Versuche führten zur Errichtung der ersten wirtschaftlich erfolgreich arbeitenden Flotationsanlage der Welt, gebaut 1905 in Broken Hill, Australien (im Westen von Neu Süd Wales, Erzlagerstätte vergleichbar mit der des Rammelsbergs, aber mit 280 Mio t ungefähr zwölfmal größer). Eingesetzt wurde sie für die Haldenrückgewinnung. /BUN 1998/

1905 ist in Großbritannien an die MS ein Patent erteilt worden, das von vornherein so breit angelegt war, dass es nahezu alle damals bekannten Details, die mit der Schaumflotation zusammenhängen, erfasst. Es wurde für Jahrzehnte wegweisend und sicherte der MS das Monopol über die Flotationsverfahren. /GRU 1925/

In der Folge ist das Elmore-Verfahren in vielen anderen Anlagen in Australien, aber auch in Südafrika, Kanada und Großbritannien angewendet worden. Allerdings hatten sie einen entscheidenden Mangel. Sie verbrauchten zu viel Öl. /BUN 1998/

1906 ließ sich der in Belgien geborene Chemiker Auguste De Bavay den sogenannten Skin- oder Film-Flotationsprozess patentieren, für den es 1892 ein Vorgängerpatent von Nibelius

gegeben hatte. Bei diesem Verfahren werden die Wertmineralpartikel in eine sehr dünne Ölschicht gehüllt und sammeln sich an der Wasseroberfläche von zellenförmigen Behältern, die denen der späteren Schaumflotation ähnelten, aber kleiner waren. Bereits 1905 hatte Bavay in Australien die Amalgamated Zinc (De Bavay's Ltd.) gegründet und erweiterte die Anlagen in Broken Hill. /SUT 1955/

1910 bekam T. I. Hoover im Auftrage der MS in Großbritannien ein Patent für einen Zweizonen-Apparat, auf dessen Prinzip alle modernen Flotationsapparate funktionieren. Besonders erwähnenswert ist bei diesem Patent, dass zur Gasbläschenbildung erstmalig Luft verwendet wurde und dass ein Rührwerk die Trübe in Bewegung hielt. Das 1905er und das 1910er Patent bildeten weltweit die Basis für die weitere Entwicklung der Flotationstechnik.

Die MS übernahm die Patentrechte von De Bavay und betrieb ab 1910 in South Melbourne eine Versuchsflotationsanlage. Dort arbeiteten die damals weltweit führenden Metallurgen. Sie führten im Auftrage von Bergwerksunternehmen Flotationsversuche mit verschiedenen Erzen und Haldenmaterialien durch. Daneben errichtete und betrieb die MS eigene Flotationsanlagen auf den Gruben ihrer Kunden.

Die bis dahin entwickelten Flotationsverfahren konnten jedoch noch nicht Zink- und Bleimineralen voneinander trennen. Erst die Erfindungen von F. J. Lyster (Zinc Corporation), T. M. Owen (Junction North) und Leslie Bradford

(Broken Hill Proprietary Company, BHP) die alle drei unabhängig voneinander gemacht worden waren, schufen in dieser Hinsicht Abhilfe. 1912 erhielten Lowry und Greenway in Australien ein Patent zum Drücken von Bleiglanz mittels Zugabe von Chromat und L. Bradford ebenfalls 1912 in Australien ein Patent zur Aktivierung von Zinkblende durch Zugabe von Kupfersulfat. Damit ließen sich erstmals Bleiglanz- und Zinkblendekonzentrate gesondert herstellen. Die sogenannte differentielle Flotation war erfunden. 1913 ließ Owen eine Maschine patentieren, bei der Luft am Boden des Behälters in die Trübe eingeschlagen wurde. /SUT 1955/

1922 erteilte das US-amerikanische Patentamt G. G. Griswold und G. E. Sheridan, ebenfalls Butte/Montana, ein Patent, Cyanid und Zinksulfat in basischem Medium zum Drücken von Zinkblende zu verwenden, was 1924 großtechnisch eingeführt worden ist. Dazu kam die Weiterentwicklung, Kalk als Drücker für Pyrit zu verwenden. /KRA 1948/

Zu dieser Zeit ließen sich diese Regler jedoch noch nicht in Kombination mit den damals üblichen Sammlern (Ölen oder Ölsäuren) einsetzen. Die Sammler waren wasserunlöslich und bildeten auf den Erzkörnchen eine Schicht, die von den Reglern nicht durchdrungen werden konnte. Es folgten daraufhin Patente für wasserlösliche synthetische Sammler:

1924 von H. L. Sulman und Edser für synthetische Salze von Fettsäuren,

1925 von C. H. Keller für Xanthogenate und

1926 von H. L. Sulmann für Aeroflote (alle Patente in den USA erteilt).

Nun waren die Sammler- und Schäumereigenschaften unabhängig voneinander einstellbar und eine bessere Steuerung möglich. Mitte der 1920er Jahre fand überall auf der Welt in erstaunlichem Tempo eine Umstellung auf diese synthetischen Reagenzien statt.

Bis zur Mitte der 1920er Jahre war die Überführung all dieser Patente in die großtechnisch-wirtschaftliche Anwendbarkeit abgeschlossen. Zusammengefasst waren das

- das Aufschlämmen fein gemahlener Erzes in Wasser,
- das ständige In-Bewegung-Halten der Trübe durch Rührwerke,
- das Untermischen fein verteilter Luftblasen und
- die Verwendung synthetischer wasserlöslicher Sammler und regulierender Reagenzien. /GLE 1987/

5.5.2 Betriebe mit Flotationsanlagen im Ausland bis 1935

Ende der 1920er Jahre hatten sich die Anforderungen, die an eine Blei-Zinkerzaufbereitung gestellt wurden, grundlegend geändert. Einerseits entsprachen die allgemein verbreiteten Erzaufbereitungsverfahren nicht mehr den Anforderungen der Hütten. Andererseits hatte sich das Roherzangebot deutlich gewandelt. Das aus den Gruben geförderte Roherz ließ sich immer schwerer aufbereiten. Außerdem rück-

ten die Halden der herkömmlichen Aufbereitungsanlagen in den Blickpunkt des Interesses. Darin enthalten waren riesige Mengen von Blei- und Zinkmineralen, die bis dahin ungenutzt bleiben mussten. Und letztlich ließen die Metallpreise auf dem Weltmarkt aufgrund der verbesserten Abbau-, Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren nach. Diese Wechselwirkungen zwangen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Aufbereitungsverfahren. /PET 1936/

Nachdem sich zur Lösung dieses Problems die Erforschung und Entwicklung des Flotationsprozesses als viel versprechend erwiesen hatte, entstand eine Reihe von international agierenden Firmen, allen voran die MS. Sie beschäftigten sich im Auftrage von Berg- und Hüttenwerken speziell mit Flotations-Aufbereitungsversuchen und der Entwicklung von Aufbereitungsverfahren und -maschinen.

Anfang des 20. Jahrhunderts sind weltweit mehr als 500 Flotationspatente erteilt worden. Es setzte anfänglich eine Euphorie ein, nun alle Erze aufbereiten zu können. Grundsätzlich wurden drei Entwicklungslinien verfolgt:

1. das einfache Schwimmverfahren, wobei nur Wasser verwendet wurde,
2. das Säureschwimmverfahren, wobei angesäuertes Wasser, zum Teil mit Gasblasenbildung, zum Teil in spezifisch schweren Lösungen verwendet wurden und
3. das Ölschwimmverfahren, wobei Öle und Säuren oder nur Öle verwendet wurden.

Es zeigten sich aber schon bald die technischen und wirtschaftlichen Grenzen der Flotationstechnik. /GLE 1978/

Die Aufbereitungsforschung und -entwicklung fand in dieser Zeit nicht mehr wie zuvor in Mitteleuropa (bis dahin vor allem in Österreich-Ungarn), sondern vorrangig in Großbritannien, Nordamerika und Australien statt. Dort befanden sich nun die größten Bergwerke. Zusätzlich wurde der mitteleuropäische Bergbau durch den ersten Weltkrieg und die Weltwirtschaftskrise stärker zurückgeworfen als der in Übersee.

Das Bergbaurevier Broken Hill (BHP) wurde bereits um 1910 weltweit führend in der Entwicklung der Flotationstechnik. Es gab dort mehrere Firmen, die sich damit beschäftigten und fast jede schlug ihren eigenen Weg ein:

- Schaumflotation,
- Feuchtigkeits-Film-Flotation,
- Angeregte Schaumflotation und
- Elmore-Vakuum-Verfahren.

Die Flotation begann nun überall in der Welt Fuß zu fassen. 1910 baute die MS in San Francisco ein Flotationslabor. James M. Hyde, ehemaliger Mitarbeiter der MS und vertraut mit den MS-Experimenten in Australien, experimentierte 1911 bei der Basin in Butte, Montana/USA, mit der Schaumflotation (45 t/d) /BUN 1998/ und baute 1912 die erste US-amerikanische Anlage (1.100 t/d). In der Nähe dieser Anlage entstand kurz darauf eine zweite, etwa halb so große. Es folgten

Tabelle 5.5.2.a: Roherzförderung und Konzentratherstellung in den USA Mitte der 1920er Jahre in Tonnen pro Jahr, nach /FUE 2007/

	Roherz	Konzentrate
1919	24.080.000	2.820.000
1923	34.290.000	1.930.000
1926	46.160.000	3.040.000
1960	179.860.000	19.500.000
1980	404.340.000	71.930.000

aber jahrelange gerichtliche Auseinandersetzungen mit der MS, wodurch die Entwicklung gebremst wurde. /FUE 2007/

1914 gab es in den USA schon 42 Schaumflotationsanlagen. Davon war die Anlage der Engels Mine and Mill in Plumas County/Californien die erste Allflotation (keine Herd- und Setzarbeit mehr). 1918 gelang in der Anlage Sunnyside Mill (s. Abb. 8.1.d.14), Grube Eureka, San Juan County, Colorado, USA, die Flotation von Blei und Zink aus einem Komplexerz. /BUN 1998/ Die erste selektiv arbeitende Flotati-

onsanlage entstand 1928 in Timber, Butte, Montana, USA. Sie arbeitete mit Flotationszellen von MS. /KRA 1948/, /NEL 2012/

Die Erfolge der Flotationsaufbereitungsanlagen regten in den 1920er und 1930er Jahren viele, vor allem US-amerikanische Bergbauunternehmen an, ihre Aufbereitungsanlagen ebenfalls umzustellen. Durch die verhältnismäßig große Zahl der dort betriebenen Blei- und Zinkerzgruben verschob sich der Schwerpunkt der Flotationsentwicklung von Australien in die USA. Daneben erweiterte sich die Anwendungsmöglichkeiten der Flotation auf die Aufbereitung von nichtsulfidischen Erzen, Kohle und Kalisalzen. /BUN 1998/

Ab Mitte der 1920er Jahre stieg die jährliche Menge des in den USA durch Flotation aufbereiteten Erzes kräftig (s. Tab. 5.5.2.a).

Die flotative Kohleaufbereitung war zu dieser Zeit fast ausschließlich auf Europa beschränkt. Neben den sulfidi-

Tabelle 5.5.2.b: Metallproduktion aus Erzen in den USA Mitte der 1920er Jahre in tausend Tonnen pro Jahr /PET 1936/

	alleinige Schwer- kraftaufbereitung	Schwerkraft- und Flo- tationsaufbereitung	alleinige Flotations- aufbereitung
Kupfer	1	4550	22600
Kupfer-Blei	0	0	175
Blei	9	5090	222
Blei-Zink	92	3710	1380
Zink	62	2500	321
Gold-Silber	4	1	357

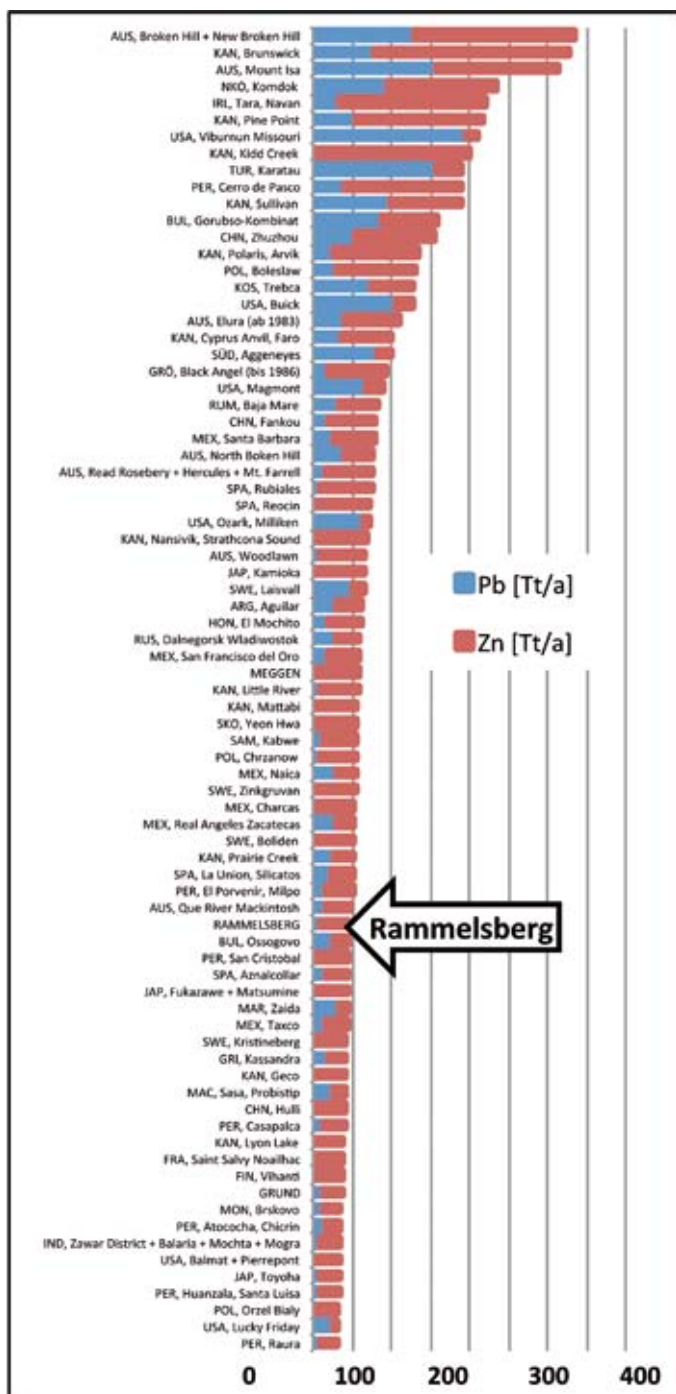


Abb. 5.5.2.a:
Blei-Zinkerzauf-
bereitungen in
den 1960er Jah-
ren, nach /MET
1987/

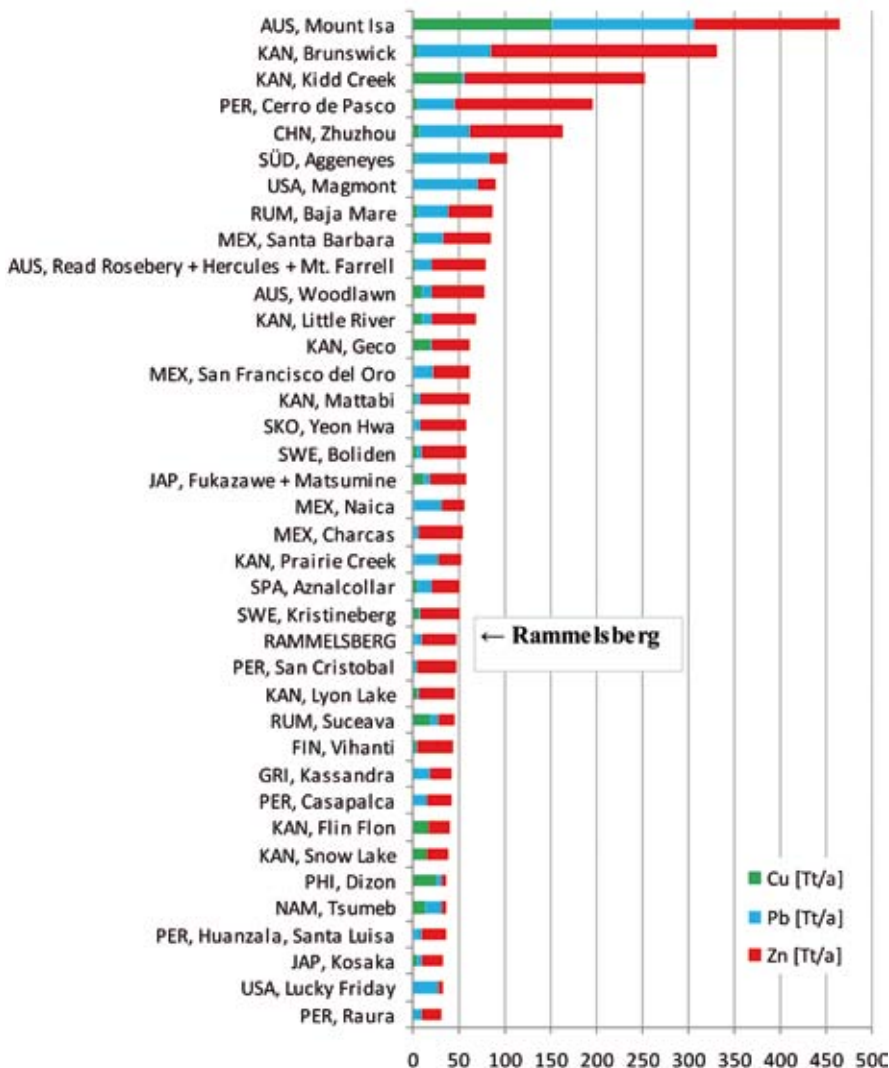


Abb. 5.5.2.b: Blei-Zink-Kupfererzaufbereitungen in den 1960er Jahren, nach /MET 1987/

schen Erzen rückten nach und nach auch die oxydische Erze, aber auch Nichterze, wie Flussspat, Schwerspat, Phosphat und so weiter, in den Blickpunkt. Die verwendeten Flotationsmaschinen hatten entweder nur Rührwerke, oder

Rührwerke und Druckluftzufuhr oder nur Druckluftzufuhr ohne Rührwerk. Unterdruckanlagen (Elmore-Verfahren) waren selten. Allgemein üblich waren die aus Kiefernholz gebauten MS-Maschinen. In den USA kamen

auch schon Fagergren-Maschinen auf, bei denen die Trübe durch ihre Schwerkraft von Zelle zu Zelle weiter fließt. Der Einsatz der Fahrenwald-Maschinen (Denver Sub-A-Gerät, gebaut von der Denver Equipment Co., Denver, Colorado) beschränkte sich noch weitgehend auf die USA. /PET 1936/

Die staatliche US-amerikanische Bergbauadministration hatte 1935 allein in den USA 290 Flotationsanlagen gezählt. Dabei wurden kleine (bis 300.000 t/a), mittlere (300.000 bis 1 Mio. t/a) und große Anlagen unterschieden. /BUN 1998/

Nach dieser Einteilung zählte die Rammelsberger Anlage mit 180.000 t/a zu den kleinen. Betrachtet man dagegen die Mengen der hergestellten Konzentrate, dann rangierte die Rammelsberger Anlage aufgrund des hohen Metallgehalts im Roherz und der geringen Mengen tauber Bestandteile eher im Mittelfeld (s. Abb. 5.5.2.a).

1944 standen allein in der Morenci-Anlage (USA) 322 Flotationszellen und 200 Eindicker (s. Abb. 5.5.2.b). Die Anlage erreichte einen Tagesdurchsatz von 25.000 t. Zu dieser Zeit hatte die größte Denver-Zelle ein Volumen von 110-Kubikfuß-Zelle ($2,8 \text{ m}^3$). Dieser Typ ist später auch am Rammelsberg verwendet worden, wurde hier aber aus Gründen der Vereinfachung 3 m^3 -Zelle genannt. Die internationale Entwicklung führte in den folgenden Jahren zu einem immer größeren Zellenvolumen. Dieser Trend hat bis heute angehalten. 1995 wurden die ersten 160 m^3 -Zellen in Betrieb genommen (Chuquicama-

ta, Chile) und 2007 die ersten 300 m^3 -Zellen (gebaut von Outotec für die Anlage Macraes, Neuseeland, Durchsatz 6,5 Mio t Roherz pro Jahr). /NEL 2012/ Für den Rammelsberg kam eine weitere Zellenvergrößerung jedoch nicht in Frage. Einerseits sollte der Roherzdurchsatz gleich bleiben und andererseits waren viele unterschiedliche Flotationsschritte notwendig, so dass eine große Anzahl von Zellen gebraucht wurde.



Abb. 5.5.2.c: Morency, Foto um 1944 / MIN 2012/

5.5.3 Flotationssversuche und -anlagen in Deutschland, insbesondere im Harz

Auch in Deutschland sind seit Anfang des 20. Jahrhunderts intensive Flotationsversuche angestellt worden, 1910 bis 1914 zum Beispiel mit

- dem Murex-Verfahren, das aus der reinen Schwimmaufbereitung entstanden ist, (mit Öl, Magnetit, und Elektromagneten),
- dem Elmore-Verfahren (Schaumbildung durch Unterdruck) und
- dem Friedrichssegner Verfahren (nur mit Elektromagneten). /SAL 1955/

Diese Vorgänger der Schaumflotation erwiesen sich allerdings als technisch unzulänglich. Sie ermöglichten keinen wirtschaftlichen Betrieb für die Aufbereitung des gesamten geförderten Erzes. Nur die sonst nicht aufbereitbaren feinkörnigen Produkte boten eine Einsatzmöglichkeit. /KRA 1951/

Harz

1913 und 1914 wurde beispielsweise in Grund (Ortsname erst seit 1916 offiziell Bad Grund) recht erfolgreich versucht, mit dem Murexverfahren Erzschlämme aufzubereiten. Sie fielen bei der Rundherd-Aufbereitung als Abgänge an und enthielten Bleiglanz und Schwerspat. Davon sollte der Bleiglanz gewonnen werden. Er hat gegenüber dem Schwerspat die Eigenschaft, sich besser mit Öl benetzen zu lassen. In einer Trommel wurde dem Erzschlamm eine Magnetit-Ölmischung zugesetzt. In der Trommel befanden sich 50 kg Stahlkugeln, die den Vorgang intensivieren sollten. Es bildete sich aber auch um die Kugeln eine Ölhaut, die sich negativ auswirkte. Deshalb sind zusätzlich 200 kg Flintgeröll zugesetzt worden, das die Ölhaut von den Kugeln reiben sollte.

Die mit einem Magnetit-Öl-Film überzogenen Bleiglanzkörnchen wurden dann mit Magneten aus dem Schlamm heraus gezogen. Die Erfolge waren jedoch nicht zufriedenstellend. Der Bleiglanzgehalt in den Abgängen konnte nur von 12% auf 4% verringert werden. Außerdem ließ sich das Magnetit-Öl-Gemisch nur schwer zurückgewinnen. Damit war

kein wirtschaftlicher Betrieb möglich. /GRU 1925/

Der Erste Weltkrieg unterbrach die deutschen Forschungen weitgehend. Auch in der Nachkriegszeit beziehungsweise unter den damals herrschenden schlechten wirtschaftlichen Bedingungen kam es kaum noch zu weiteren deutschen Eigenentwicklungen.

Erst Mitte der 1920er Jahre begannen in Deutschland wieder verstärkte Bemühungen, das Flotationsverfahren zu verwenden, anzupassen und weiterzuentwickeln. Auch in Deutschland war absehbar, dass die Qualitäten der geförderten Roherze auf allen Gruben schlechter und deshalb die bestehenden Aufbereitungsanlagen bald nicht mehr ausreichen würden.

Begonnen wurde anfangs mit eher zaghaften Flotationsversuchen. Dabei sind nur die Schlämme aufbereitet worden, die bei den Anlagen, die mit Herd- und Setzmaschinen arbeiteten, als Abgänge anfielen. Diese kombinierten Anlagen sind als Verbundanlagen bezeichnet worden. Speziell wurden bei den 1920 bis 1942 entstandenen Verbundaufbereitungen Herdmittelprodukte und feinste Schlämme durch Flotationsverfahren nachgenutzt.

Dementsprechend war der Anteil der Flotationsanlagen an der Gesamtproduktion anfangs gering. Die bestehenden herkömmlichen Anlagen waren vielfach noch zu neu, als dass sie schon verschrottet werden konnten. Neuinvestitionen ließen sich auch aufgrund der allgemeinen wirtschaftlichen

Lage schwer ermöglichen. Ein weiterer wesentlicher Widerstand gegen diese Umstellung auf das Flotationsverfahren kam von den Hütten. Sie waren nicht dafür ausgelegt, ausschließlich feine Schlämme zu verarbeiten. Ihre anlagentechnische Umstellung erforderte große Investitionen. Unter den damaligen wirtschaftlichen Verhältnissen war das nicht immer möglich. Im Laufe der Zeit wurde der Anteil der Flotationsanlagen allerdings immer größer und die anfangs gehegten Zweifel an der großtechnischen Anwen-
dungsreife des Flotationsverfahrens zerschlugen sich.

Zum Beispiel erhielt die Zentralaufbereitung der Oberharzer Grube Hilfe Gottes in Bad Grund eine pneumatische Gröndal-Flotationsanlage. 1922 wurden zwei EKO-F-(Maschinen Erz- und Kohle-Flotations GmbH Bochum) mit je zwölf Zellen in Betrieb genommen. Zunächst wurden nur feine, dann auch gröbere Schlämme flотиert. Als Reagenzien sind Schwefelsäure und Holz-
teeröl verwendet worden. Das Roherz



Abb. 5.5.3.a: Zentralaufbereitung Hilfe Gottes in Bad Grund, Foto 1924 /KRA 1948/

enthielt 6% Blei, das Konzentrat 60% und die Abgänge nur 1%. Eine Zinkgewinnung erfolgte dort zu dieser Zeit allerdings noch nicht. /GRU 1924a/

1923 hatte die Bad Grunder Grube Bergwerkswohlfahrt eine ähnliche Zentralaufbereitungsanlage erhalten. Sie wurde bereits 1924/25 durch eine Flotationsanlage erweitert. Mit ihrer Hilfe wurden Teichschlämme der früher im Grunder Tal betriebener Anlagen wieder aufbereitet (s. Abb. 5.5.3.a). /KRA 1951/

1937 war dieses Material aufgebraucht und die Aufgabe der Flotationsanlage eigentlich erfüllt. Während dieser Jahre hatte die Grube aber immer weniger Erz geliefert, das sich noch mit der herkömmlichen Anlage zufriedenstellend aufbereiten ließ. Stattdessen hatte sich der Anteil fein verwachsenen Erzes immer weiter erhöht. Die ursprünglich nur als Hilfssystem verwendete Flotationsanlage musste deshalb einen immer größeren Anteil des geförderten Roherzes übernehmen.



Abb. 5.5.3.b: Aufbereitung Lautenthal, Foto um 1925 /KRA 1948/

1925 ist in der Lautenthaler Aufbereitung eine Flotationsanlage mit MS-Apparaten erbaut worden, schon mit Eindickern statt Spitzkästen und später auch mit Trommelfiltern statt der umständlichen Stauchkästen (Setzmaschinen) und Sümpfe (s. Abb. 5.5.3.b).

Schließlich wurden in Deutschland, wie überall in der Welt, Ende der 1920er Jahre die ersten Aufbereitungsanlagen komplett auf Flotation umgestellt (Allflotation). Diese Entwicklung wurde jedoch durch die Weltwirtschaftskrise und die in den folgenden Jahren anhaltende schlechte wirtschaftliche Lage aufgehalten. Die Reichsregierung unternahm ab 1929 große Anstrengungen, um zu verhindern, dass die strategisch wichtigen Blei und Zink herstellenden Betriebe geschlossen werden. Für Investitionen in neue Anlagen reichten die gewährten finanziellen Hilfen aber nicht.

So sollte eigentlich schon Anfang der 1930er Jahren die Clausthaler Zentralaufbereitung umgestellt werden, aber die Clausthaler Hütte konnte größere Mengen feiner Schlämme nicht rösten (s. Abb. 5.5.3.c). Außerdem wäre



Abb. 5.5.3.c: Zentralfaufbereitung Clausthal 1925 /KRA 1948/

ein soziales Problem entstanden, denn es hätten in der Aufbereitungsanlage hundert Arbeitskräfte, größtenteils ehemalige Bergleute, die nicht mehr untertage eingesetzt werden konnten sowie Jugendliche und Frauen, entlassen werden müssen. Das wäre angesichts der 1930 im Raum Clausthal und Zellerfeld bereits notwendig gewordenen Bergwerksschließungen sozialpolitisch nicht zu verantworten gewesen. Überdies musste die PREUSSAG (die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke waren seit 1923 Teil der PREUSSAG) 1931 ihren gesamten Lautenthaler Gruben- Aufbereitungs- und Hüttenbetrieb schließen. Von ihren Oberharzer Gruben blieben noch die Grunder Gruben Bergwerkswohlfahrt und Hilfe Gottes in Betrieb. /KRA 1951/

Mitte der 1930er Jahre erholte sich die Weltwirtschaft wieder und damit die Entwicklungsbedingungen für das Montanwesen. In Deutschland kam hinzu, dass die Montanindustrie von Seiten der nationalsozialistischen Wirtschaftsführung aus wehrwirtschaftlichen Gründen kräftig unterstützt wurde. Viele Betriebe, unter ihnen auch der Rammelsberg, erhielten hohe Investitionszuschüsse, die nicht zurückgezahlt werden mussten. Zusätzlich wurden Förderprämien, das heißt Zuschüsse zur Finanzierung des laufenden Betriebs, gewährt. Vielerorts sind zu dieser Zeit Aufbereitungsanlagen neu gebaut oder erweitert worden, deren Betrieb eigentlich unwirtschaftlich war. Die Suche und Erkundung von Erzlagerstätten war in großem Stil wieder aufgenommen worden. Zur Bauzeit der Rammels-

berger Flotation (1935) wurden in Deutschland ungefähr 22.000 t/a Bleiglantz und 120.000 t/a Zinkblende flo-
tiert. /PET 1936/

Ende 1935 ist in Lautenthal der Aufbereitungsbetrieb in begrenztem Umfang wieder aufgenommen worden. Hauptsächlich wurde Haldenerz und daneben nur wenig Grubenerz verarbeitet. Als Aufbereitungsmaschinen blieben die herkömmlichen Herde und Setzmaschinen in Betrieb. Zusätzlich wurden allerdings Symons-Kegelbrecher installiert und in Betrieb genommen (erstmalig für den Harz).

1938 ist neben der abgebrochenen ehemaligen Zentralaufbereitung eine kleine selektive Flotationsanlage zur Aufbereitung von Altschlämmen in Betrieb gegangen. Beide Betriebe kamen aber nach wenigen Jahren wieder zum Erliegen, als in Lautenthal die letzten Erzreserven abgebaut und in Clausthal der Teich mit den Aufbereitungsabgängen ausgeräumt war. /KRA 1948a/

Ebenfalls 1938 ist in Bad Grund der Anteil der Flotationsanlage der Grube Hilfe Gottes am Gesamtdurchsatz auf 80% vergrößert worden. Ab 1941 sind alle in Bad Grund geförderten Erze flo-
tiert worden. /KRA 1948/ Den Umbau leitete Hans Joachim Salau, der bereits den Bau der Rammelsberger Anlage geleitet hatte. Salau ist übrigens nach dem zweiten Weltkrieg wieder zurück nach Goslar gekommen, hatte dort allerdings nicht mehr direkt mit dem Flotationsbetrieb zu tun, sondern mit der Verwaltung.

Ende der 1930er Jahre hatte sich auch für die Clausthaler Anlage die Situation geändert. Sie war nun soweit verschlissen und buchhalterisch abgeschrieben, dass ohnehin eine größere Investition notwendig geworden wäre. Außerdem herrschte mittlerweile ein großer Arbeitskräftemangel, so dass die Einsparung von Arbeitsplätzen erwünscht war. 1939 erfolgte der Beschluss zum Umbau der Clausthaler Zentralaufbereitung in eine Allflotationsanlage. 1942 ist der Betrieb der alten Clausthaler Verbundaufbereitungsanlage eingestellt worden. /KRA 1951/

Bundesrepublik

Nach dem zweiten Weltkrieg konnten auf dem Gebiet der westlichen Besatzungszonen ungefähr zwanzig Flotationsanlagen den Erzaufbereitungsbetrieb wieder aufnehmen. Die Montamunternehmen, die sich mit der Gewinnung und Aufbereitung von Blei-Zinkerzen beschäftigt haben, waren vor allem die Stollberg-Zink AG, die PREUSSAG AG und die Sachtleben AG. Obwohl sie relativ



**Abb. 5.5.3.d: Aufbereitung Ramsbeck,
Foto aus Homepage Förderverein Sauerländer Besucherbergwerk**



Abb. 5.5.3.e: Mechernich, Foto aus der Sammlung des Bergbaumuseums Mechernich



Abb. 5.5.3.f: Laurenburg /HAM 1955b/



Abb. 5.5.3.g: Bad Ems /HAM 1955a/



Abb. 5.5.3.h: Kappel /ARN 1955a/



Abb. 5.5.3.i: Bensberg /ARN 1955b/



Abb. 5.5.3.j: Maubacher Bleiberg /MEH 1955/



Abb. 5.5.3.k: Meggen /GÖB 1955b/

moderne Betriebsanlagen hatten, musste die Hälfte der Betriebe ereits in den 1950er Jahren schließen. Zum Teil waren ihre Lagerstättenvorräte erschöpft. Zum Teil ließen sie sich unter den Bedingungen der Globalisierung und der damit schärfer werdenden Weltmarktsituation nicht mehr wirtschaftlich betreiben.

Zu den bekanntesten Gruben der Stolberger Zink AG gehörten unter anderem die Zechen Herrenberg und Diepenlinchen bei Stolberg, Mercur bei Bad Ems, Holzappel an der Lahn, Vereinigte Bastenberg und Dörnberg, Ramsbeck, Rosenberg bei Braubach und Mühlenbach bei Ehrenbreitstein/Koblenz. Die Stolberg Zink AG betrieb Flotationsanlagen in Ramsbeck (die Anlage Willibald), in Mechernich, in Laurenburg, in Bad Ems, in Kappel (für die Grube Schauinsland), in Bensberg (Anlage Weiß) und in Maubacher Bleiberg. Die PREUSSAG AG betrieb neben den beiden Goslarer Flotationsanlagen (Rammelsberg und Bollrich) zwei in Bad Grund (Anlagen für die Gruben Hilfe Gottes und Bergwerkswohlfahrt) und jeweils eine in Lautenthal und in Clausthal. Außerdem liefen zu dieser Zeit Blei-Zinkerz-Flotationsanlagen der Sachtleben AG und der Metallgesellschaft (s. Abb. 5.5.3.d bis k). /GRÜ 1955/

In der Weltwirtschaftskrise hatten davon bereits folgende Werke geschlossen werden müssen:

- 1929 Wiesloch,
- 1930 Holzappel, Weiss und Rosenberg und

- 1931 Ramsbeck, Nievenheim und Birkengang. /SZA 1955/

1931 stellte der Vorstand der Stolberger Zink AG sogar den Antrag, den Gruben-, Aufbereitungs- und Hüttenbetrieb vollständig einzustellen. Durch diese verzweifelte Aktion wurde die Reichsregierung auf die dramatische Situation aufmerksam gemacht. Sie erkannte die Notwendigkeit staatlicher Hilfe. Ab Mitte 1932 glich sie die Differenz zwischen den Selbstkosten und den Verkaufserlösen durch spezielle finanzielle Zuschüsse aus. Dabei blieb es auch den folgenden Jahren, dann allerdings vor allem im Sinne der nationalsozialistischen Autarkiepolitik.

Diese staatliche Unterstützung ermöglichte Verbesserungen im bestehenden Flotationsbetrieb der Zentralen Aufbereitungsanlage in Bad Ems und die Einrichtung einer Versuchsanstalt für die Flotation schwierig aufzubereitender Erze. Damit waren die Werke gerettet. Nach dem Zweiten Weltkrieg nahmen sie die Produktion wieder auf. /HAM 1955a/ Zusätzlich konnte sogar eine Aufbereitungsanlage bei Düren gebaut und in Betrieb genommen werden (Maubacher Bleiberg). /MEH 1955/

Die relativ armen Maubacher Blei- und Zinkerzmassenvorkommen gehörten zwar schon seit 1901 dieser Gesellschaft. Ihr Abbau wurde aber wegen des geringen Metallgehalts der Erze erst Anfang der 1950er Jahre wirtschaftlich möglich. Gebaut wurde eine Aufbereitungsanlage, die für die vielen kleinen Erzgewinnungsbetriebe der Gesell-

schaft zentral lag. Die Tagesleistung lag bei 2.000 bis 3.000 t. Die Anlage verarbeitete allerdings zum großen Teil ausländische Erze. Sie blieb bis 1969 in Betrieb. /MEH 1955/

Die sinkenden Weltmarktpreise zwangen die Stolberger Zink AG erneut mehrere Werke zu schließen. 1953/54 waren bereits Schauinsland, Holzappel und Wiesloch geschlossen worden. 1957 folgte Weiss/Bensberg, 1960 Mühlenbach, 1963 Rosenberg (s. Abb. 5.5.3.l) und 1969 Maubach, wobei letztere Anlage infolge der Erschöpfung der Erzvorräte aufgegeben werden musste. Lediglich die Anlage Ramsbeck blieb noch bis 1974 in Betrieb. /KLS 1992/



Abb. 5.5.3.l: Aufbereitung Rosenberg um 1920, Foto aus der Sammlung August Schlusnus

Die gesamte mitteleuropäische Metallwirtschaft war 1957 bis 1959 von einer Krise erfasst worden. Zwischen dem 30. April 1957 und 31. Dezember 1958 mussten in der Bundesrepublik neun Blei-Zink-Gruben geschlossen werden, beispielsweise 1960 die Grube Adolf Helene (im Moselgebiet) und 1962 die Grube Auguste Victoria (im

Ruhrgebiet), eine der bedeutendsten deutschen Blei-Zink-Gruben. Weitere mussten ihren Betrieb einschränken (s. Abb. 5.5.3.m und n). /BAR 1988/



Abb. 5.5.3.m: Aufbereitung Adolf Helene, Foto 1981 /wikipedia/



Abb. 5.5.3.n: Aufbereitung Auguste Victoria /wikipedia/

In den 1960er Jahren hatte sich die Zahl der westdeutschen Erzaufbereitungsanlagen ein weiteres Mal halbiert. In den 1970er Jahren blieben einschließlich des Rammelsbergs nur noch drei Betriebe übrig: Meggen und Bad Grund. 1988 waren die Erzreserven des Rammelsbergs erschöpft und auch hier die Betriebseinstellung unumgänglich. Der Betrieb hätte aber auch ohne Erschöpfung der Lagerstätte eingestellt werden müssen, denn bei der vorhersehbaren Lohn-, Kosten- und Preisentwicklung wäre 1988 die Renta-

Tabelle 5.5.3.a: Anzahl der westdeutschen Blei-Zinkerzbergwerke 1950 bis 1990 / KLS 1992/

	Anzahl der Bergwerke	Mio t/a	Ø Mio t/a und Betrieb	Ø t/d und Betrieb
1950	19	2,509	0,132	440
1960	10	2,586	0,259	862
1970	5	2,180	0,436	1.744
1980	3	1,634	0,545	2.178
1990	2	0,989	0,495	1.978

Gebiet	Betrieb	Produktion
Eifel	Mechernich	bis 1956/57
Eifel	Maubach	bis 1969
Eifel	Bendisberg	bis 1957
Hunsrück	Friedrichsfeld	bis 1952
Hunsrück	Theodor	bis 1959
Ems	Rosenberg	1953 - 1963 (1928-1953 Betriebsunterbr.)
Ems	Gute Hoffnung	bis 1961
Ems	Holzappel	bis 1953
Ems	Mühlenbach	bis 1960
Ems	Merkur	bis 1958
Bensberg	Lüderich	bis 1978
Bensberg	Nikolaus Phönix	bis 1966
Bensberg	Weiß	bis 1957
Ruhr	Auguste Victoria	bis 1962
Ruhr	Christian Levin	bis 1958
Sauerland	Ramsbeck	bis 1974
Sauerland	Meggen	bis 1992
Harz	Grund	bis 1992
Harz	Rammelsberg	bis 1988
Schwarzwald	Gänsberg	bis 1952
Schwarzwald	Wiesloch	bis 1953
Schwarzwald	Schauinsland (Kappel)	bis 1954

Tabelle 5.5.3.b: Liste der westdeutschen Blei-Zinkerzbergwerke 1953 bis 1992 / KLS 1992/

Tabelle 5.5.3.c: Roherzförderung der Bergwerke Grund, Rammelsberg und Meggen 1980 in Tonnen pro Jahr /KLS 1992/

Grund	424.790
Rammelsberg	283.024
Meggen	926.018
Summe	1.633.832

bilitätsgrenze erreicht worden (s. Tab. 5.5.3.a bis d).

1992 mussten mit dem Erzbergwerk Meggen und dem Erzbergwerk Grund die letzten beiden deutschen Metall-erzgruben und -aufbereitungsanlagen geschlossen werden. Seitdem gibt es keine fördernden Blei-Zinkerzgruben mehr in Deutschland. 1993 ist auch das einzige nach dem Zweiten Weltkrieg in Österreich betriebene Blei-Zinkerzbergwerk geschlossen worden, die Grube Bleiberg (s. Abb. 5.5.3.o). /OBE 2012/

Tabelle 5.5.3.d: Produktion der Bergwerke Grund und Meggen 1988/89 in Tonnen pro Jahr /KLS 1992/

1988/89 [t/a]	Roherz	Zinkkonzentrat	Bleikonzentrat	Pyritkonzentrat
Grund	332.980	55.080	11.040	
Meggen	656.274	55.203	2.851	313.852
Summe	989.254			



Abb. 5.5.3.o: Aufbereitung Antoni in Bleiberg



Abb. 5.5.3.p: Aufbereitung Schneeberg/Ridnaun-Mareit, Foto aus www.bergbaumuseum.it/de/ridnaun/information/



Abb. 5.5.3.q: Aufbereitung Iglesias, Foto aus www.weiteferne2.de/sard08/



Abb. 5.5.3.r: Aufbereitung Raibl, Foto 2012

Diese Schließungstendenz war allgemein in Westeuropa zu beobachten. Beispielsweise musste das südtiroler Blei-Zinkerzbergwerk in Ridnaun-Mareit schon Ende der 1960er Jahre



Abb. 5.5.3.s: Aufbereitung Grube Beihilfe in Halsbrücke, Foto Jens Pfeifer 2010

geschlossen werden (s. Abb. 5.5.3.p). Die übrig gebliebenen italienischen Blei-Zinkerzbergwerke wurden noch einmal modernisiert. Eins davon lag in Iglesias/Südsardinien, überlebte aber nur wenige Jahre (s. Abb. 5.5.3.q). Ein anderes war das ehemals österreichische und ab 1918 italienische Raibl. Es ist Ende 1991 geschlossen worden (s. Abb. 5.5.3.r).

In der DDR waren der Erzbergbau und die Hüttenbetriebe im Gegensatz

zu denen in der Bundesrepublik von Weltmarkteinflüssen weitgehend abgeschirmt. Bis 1989 wurden namhafte Uran-, Zinn-, Nickel- und Blei-Zink-aufbereitungsanlagen betrieben, die zum großen Teil erst nach dem Zweiten Weltkrieg entstanden waren. Nach der Öffnung für den Weltmarkt erwiesen sie sich jedoch als nicht konkurrenzfähig und mussten geschlossen werden. Die Blei-Zinkerz-Bergwerke der DDR und ihre Aufbereitungsanlagen hatten bereits Ende der 1960er Jahre den Betrieb einstellen müssen, denn die zur Verfügung stehenden Lagerstätten waren schon damals durch einen jahrhundertlang betriebenen Abbau nicht mehr ergiebig genug. Das betraf besonders den Bergbau im Großraum Freiberg (s. Abb. 5.5.3.s).

Bis heute sind in Deutschland keine Erzgruben in Betrieb geblieben. Die noch arbeitenden Aufbereitungsanlagen gehören zu benachbarten Bergwerkssparten. Ein Beispiel ist das Flussspatbergwerk Clara in Wolfach



Abb. 5.5.3.t: Aufbereitung Grube Clara, aus www.clara-mineralien.de

(s. Abb. 5.5.3.t). Außerdem ist in den letzten Jahren begonnen worden, ein Kupferschieferbergwerk in Spremberg/Lausitz einzurichten. Der Betriebsbeginn der Grube und der zugehörigen Erzaufbereitungsanlage wird aber erst in einigen Jahren erwartet. Die übrig gebliebenen deutschen Buntmetall-Hüttenbetriebe verarbeiten importierte Erze oder haben sich dem Recycling von buntmetallhaltigem Schrott zugewendet, zum Beispiel von Bleiakkumulatoren. Das war auch in der Bleihütte Oker der Fall. Die Aufbereitungsanlagen für Primärerze befinden sich im Ausland. /KLS 1992/

Mit dem Niedergang der Bunt- und Edelmetallergewinnung sind in Deutschland auch die Möglichkeiten zur Erforschung und Entwicklung der Erzaufbereitungsverfahren immer mehr eingeschränkt worden. Nach und nach sind an allen Hochschulen und Universitäten die einschlägigen Institute geschlossen oder wenigstens drastisch verkleinert worden. Führend wurden nun die US-amerikanischen und russischen Forschungseinrichtungen. Aber auch dort haben sich in den 1980er



Abb. 5.5.3.u: Moderne Aufbereitung in Chifeng, Innere Mongolei, China
/wikipedia/

und 1990er Jahren die Verhältnisse der Montanindustrie deutlich verschlechtert, so dass die Forschung ebenfalls eingeschränkt und schließlich fast völlig eingestellt worden ist. In den letzten Jahren hat sich der Schwerpunkt nach China und Indien verlagert (s. Abb. 5.5.3.u). Aus deutscher Sicht ist es heute schwer geworden, überhaupt auf dem Wissensstand von Forschung und Entwicklung zu bleiben und die internationalen Entwicklungen zu verfolgen.

Auch zukünftig wird die Metallherstellung aus Erzen unverzichtbar sein, denn es werden immer Metalle unwiederbringlich verbraucht, die ersetzt werden müssen. Das Recycling von Metallschrott und metallhaltigen Abfällen kann nur einen Teil des Metallbedarfs decken. Zwischen der Erzförderung der Bergwerke und der Metallherstellung in den Hütten steht die Aufbereitung der Erze, ohne die eine wirtschaftliche Metallherstellung nicht möglich ist. Aufbereitungsanlagen haben deshalb eine nicht zu unterschätzende Zukunft.

5.5.4 Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen im Überblick

Nachdem den Verantwortlichen der Unterharzer Berg- und Hüttenwerke nach der Wende zum 20. Jahrhundert klar geworden war, dass sich trotz der großen Fortschritte, die die herkömmliche Aufbereitungstechnik weltweit gemacht hatte, die Rammelsberger Erze damit nicht aufbereiten ließen und weitere Verbesserungen kaum zu

erwarten waren, ist mit Interesse das im Ausland aufkommende Flotationsverfahren beobachtet worden. /KRA 1948/

Daraufhin sind sowohl von den Unterharzer Berg- und Hüttenwerken als auch von Laboratorien der Hochschulen und Aufbereitungsfirmen über zwanzig Jahre lang Aufbereitungsversuche mit Rammelsberger Erzen unternommen worden. Anfangs wurde vor allem die kollektive Flotation untersucht (Herstellung eines Mischkonzentrats, indem sowohl die Blei- als auch die Zinkminerale angereichert waren). Bald schon folgte die selektive Flotation (Herstellung von Blei-, Zink- und Pyritkonzentraten). Schließlich waren die Versuche erfolgreich. Sie führten zum Bau der Neuen Aufbereitung. /KRA 1949/

Zur besseren Übersichtlichkeit über diese Untersuchungen lässt sich diese Zeit in vier Phasen einteilen,

1. von 1909 bis zum Ersten Weltkrieg,
2. vom Ersten Weltkrieg bis 1925,
3. von 1925 bis 1936 und
4. von 1936 bis 1988.

Die letzte (vierte) Phase setzte nach Fertigstellung und Inbetriebnahme der Flotationsanlage ein. Sie dauerte bis zur Einstellung des Flotationsbetriebs. Im Gegensatz zu den vorangegangenen drei Phasen konnten nun die Erfahrungen aus dem laufenden Betrieb verwendet werden. Zusätzlich sind neue Untersuchungen, sowohl im Labor als auch in der Anlage, unternommen worden. Die Anlage wurde in dieser Zeit

immer weiter optimiert und den wechselnden Anforderungen angepasst.

5.5.5 Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen bis zum Ersten Weltkrieg

Die erste Phase begann 1909 mit Beauftragungen von Fremdfirmen im In- und Ausland. Das Ziel war, sowohl den Schwerspat als auch den Pyrit aus dem Roherz abzutrennen. Beide waren Ballaststoffe für die Verhüttung und erhöhten den Energieaufwand. Außerdem griff der Schwerspat die Ofenausmauerungen an und macht die Schlacke zähflüssig. Der Pyrit hatte einen für den Verhüttungsprozess ungünstig hohen Schwefelanteil.

Diese Phase endete mit dem Ersten Weltkrieg. Während des Krieges wurden die Beziehungen zu den damals führenden britischen Forschungs- und Entwicklungsfirmen stark beeinträchtigt. Außerdem wurden in dieser Zeit die finanziellen und betrieblichen Möglichkeiten für Forschungen und Entwicklungen schlechter.

Die technische und betriebswirtschaftliche Optimierung des Gesamtkomplexes Bergwerk Rammelsberg – Aufbereitung – Unterharzer Hüttenwerke wurde zwar Anfang des 20. Jahrhunderts nach wie vor weiter vorangetrieben, hatte jedoch noch nicht die nachdrückliche Notwendigkeit erreicht, wie es Ende der 1920er und Anfang der 1930er Jahre der Fall war.

Den Forderungen der Kupferhütte Oker nach hochwertigeren Kupfer-

erzkonzentraten versuchte die Werkleitung des Rammelsbergs durch eine konsequente Aufsicht bei der Klau- bung zu erfüllen sowie durch den Bau der Sieb- und Klaubeanlage. Sie ent- sprach vorerst noch den Anforderun- gen. Zusammen mit dem weitgehend auf Kupfererze orientierten Erzabbau und der bereits in der Grube erfolgten Vorsortierung in kupferreichere und Blei-Zinkerze konnte diese Aufberei- tungsanlage die Hütten den Erforder- nissen entsprechend versorgen.

In dieser Zeit erteilten die Unter- harzer Berg- und Hüttenwerke Auf- träge an Fremdfirmen, versuchsweise Rammelsberger Erze aufzubereiten. Dem damaligen Stand der Technik entsprechend waren das zum Teil hüt- tentechnische Anreicherungsverfahren aber auch schon Flotationsverfahren. Bei Letzteren handelte es sich noch um kollektive Flotationsverfahren, bei denen nur ein einziges Konzentrat her- gestellt wurde. /KLS 1983/

1909 hatte die Firma The Ore Con- centrating Company Ltd., London von den Unterharzer Berg- und Hüttenwer- ken den Auftrag erhalten, mit Ram- melsberger Erzen (Kniest und Melier- terze) Versuche anzustellen. Ange- wendet wurde das Elmoreverfahren, bei dem mit Unterdruck flotiert wurde. Die Versuche sind jedoch ohne Erfolg eingestellt worden. /GRU 1925/

1909 hat die sächsisch-böhmischen Gewerkschaft Klingenthal-Graslitzer Kupferbergbau Versuche angestellt, Rammelsberger Erze mit dem Potter- Verfahren aufzubereiten. Dabei wurde

fein gemahlenes Erz mit verdünnter Schwefelsäure in einem Scheidegefäß verwirbelt und erwärmt. Die im Erz enthaltenen Karbonate reagierten mit der Säure und bildeten Kohlensäu- reblasen. Das Erz haftete zwar wie gewünscht daran. Es schwamm auch auf und bildete einen Schaum. Ins- gesamt verliefen die Versuche jedoch unbefriedigend. /KLS 1983/

Anschließend sind bei der Berg- bau AG Friedrichsseggen Versuche zur Aufbereitung Rammelsberger Erze unternommen worden, vermutlich mit dem Leuschner-Verfahren. Dabei ist gemahlenes Erz mit Öl vermischt und in ein durch Dampf erwärmtes schwefelsaures Bad gegeben worden. Es bildeten sich wie beim Potter- Verfahren kleine Kohlensäureblasen. Die Versuchsergebnisse waren aber offensichtlich ebenfalls ungünstig. Die Korrespondenz endet im Juni 1911. /HOL 1912/

1913 hatte die Tellus AG, die dama- lige Vertretung der MS in Frankfurt a.M. erste Versuche mit Rammelber- ger Erzen nach den MS-Verfahren durchgeführt. Es handelte sich vor- erst nur um Vorversuche im kleinen Maßstab, aber die Ergebnisse bei der Entfernung von Schwerspat aus dem Roherz waren bereits gut. Bei diesen Versuchen war das zerkleinerte Erz auf 300° C angeröstet worden, um die Schwimmeigenschaften des Pyrits zu verschlechtern. Experimentiert wurde mit verschiedenen Schwimmmitteln. Die Erwartungen sind allerdings nicht ganz erfüllt worden. Insbesondere war die selektive Flotation der ver-

schiedenen Minerale nicht geglückt. Außerdem blieb es fraglich, ob dieses Verfahren unter großtechnischen Bedingungen wirtschaftlich einsetzbar sein würde. Der Ausbruch des Ersten Weltkriegs verhinderte vorerst weitere Versuche. /GRU 1925/

Die Versuche, bei der Murex Magnetic Co. in London, das Murex-Verfahren für die Aufbereitung Rammelsberger Erze anwendbar zu machen, schlugen ebenfalls fehl. Die Versuche ergaben aber, dass dieses Verfahren mit Rammelsberger Erzen nicht wirtschaftlich einsetzbar ist.

Kurz vor dem Krieg sind bei der Firma Humboldt und in der Lazy-Hütte in Oberschlesien Versuche mit der Magnetabscheidung nach vorgeschalteter Röstung vorgenommen worden, jeweils mit negativem Ergebnis.

Eine Episode blieben die Versuche von Steiger Wolf. Er hatte vor dem Ersten Weltkrieg am Rammelsberg gelernt und die Bergschule in Clausthal besucht, dann aber am Rammelsberg keine Anstellung bekommen. Deshalb war er nach Australien ausgewandert. Dort hatte er Erfahrungen mit der Flotationsaufbereitung gesammelt. 1916 war er nach Deutschland zurückgekehrt und hatte in der Hütte der Gebr.-Borchers AG in Oker (ab 1920 H.C.Starck) eine Anstellung bekommen. Er bot den Unterharzer Berg- und Hüttenwerken an, eine Flotationsanlage aufzubauen und wollte sie auf eigene Rechnung errichten und betreiben, sofern ihm die Erze unentgeltlich zur Verfügung gestellt

werden und er die entstehenden Konzentrate frei verkaufen dürfe. Dem wurde entsprochen. Seine Versuchsanlage befand sich in der ehemaligen Brandstaubwäsche.

Offensichtlich hatte er aber seine Kenntnisse überschätzt beziehungsweise die Schwierigkeiten unterschätzt, die die Rammelsberger Erze beim Flotieren bereiten. Es wurden zwar einige Maschinen angeschafft. Erfolgreich in Betrieb gegangen ist diese Anlage jedoch nicht.

Während des Kriegs und danach sind von der Firma EKOF Versuche mit Rammelsberger Erz durchgeführt worden. Dafür wurde eine größere Menge Bleizinkerz von der Firma Beer-Sondheimer mit dem EKOF-Verfahren aufbereitet und auf der Hütte Nordenhamm verarbeitet. Der Schwerspatanteil soll durch die Aufbereitung so gut wie vollständig entfernt worden sein.

Parallel zu den Flotationsverfahren ist versucht worden, die Anreicherung Rammelsberger Erze mit hüttenmännischen Verfahren, das heißt auf pyrometallurgischem Wege zu erreichen. 1911 wurden bei der Societe pour le Traitement des Minerais in Overpelt/ Belgien

Versuche mit Bleierz und Melierterz unternommen. Zum Einsatz kam das Ganelin-Verfahren, blieb allerdings erfolglos.

Gleichzeitig ist bei derselben Firma versucht worden, den Pape-Prozess

anzuwenden. Diese Versuche liefen bis 1911/12 und wurden dann eingestellt. Sie sollen gescheitert sein, weil Zuschlagstoffe, die erforderlich gewesen wären, nicht zur Verfügung standen.

1921/22 wurde dieses Verfahren übrigens noch einmal durch die Krupp-Gruson-Werke in Magdeburg in Form des Pape-Baltin-Verfahrens erprobt, aber ebenfalls erfolglos.

1912 sind in der Hütte Lautenthal in einem Retortenofen Versuche mit dem Bisulfit-Verfahren unternommen worden. Technische Schwierigkeiten führten 1913 zur Versuchseinstellung. Zur selben Zeit ist in Lautenthal das Hommel-Verfahren erprobt worden. Es scheiterte wegen des zu hohen Kupferanteils im Erz. Die Versuche sind daraufhin eingestellt worden.

Wenig später haben Borchers und Menzel an der TH Aachen ein nicht näher beschriebenes Verfahren entwickelt. Der Bericht bricht allerdings ohne Bewertung und Begründung ab.

In der Zeit des Kriegsausbruchs unternahm die Firma Siemens und Halske Versuche mit der Zinkelektrolyse, die durch den Krieg erst 1919 abgeschlossen werden konnten. Trotz befriedigenden Ergebnissen sind diese Versuche nicht fortgesetzt worden. Offensichtlich war der Elektroenergieverbrauch zu hoch für die damals in Goslar verfügbare Elektroenergieversorgung und eine neue Fernleitung oder ein eigenes Kraftwerk wären zu teuer gewesen. /KLS 1983/

5.5.6 Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen vom Ersten Weltkrieg bis 1925

Nach dem Ende des Ersten Weltkriegs hatte sich die Weltmarktsituation stark verändert. Die sinkenden Metallpreise zwangen die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke betriebstechnisch preiswerter zu produzieren als bisher. Im Grubenbetrieb ließen sich kaum noch Einsparungen und Effektivierungen erreichen. Auch die bestehende Sieb- und Klaubeanlage und die althergebrachten Verhüttungsbetriebe boten keine wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten.

Deshalb setzte eine zweite Phase aufbereitungstechnischer Versuche ein. Dabei wurde an die Ergebnisse der Versuche aus der Vorkriegszeit angeknüpft. Allen Beteiligten war nun klar, dass die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke dringend eine neue Aufbereitungstechnologie benötigten, um gegen die erstarkte Konkurrenz bestehen und die wirtschaftlich schwere Zeit überstehen zu können. Trotz der schwierigen finanziellen Verhältnisse wurden ausreichend finanzielle Mittel für die Forschung zur Verfügung gestellt.

Neben den äußeren Rahmenbedingungen hatte sich auch die betriebsinterne Lage geändert. Die kupferreichen Partien der Lagerstätte waren weitgehend abgebaut und die Grube konnte nicht mehr die gewünschte Menge kupferreicher Erze fördern.

Mit den Versuchen wurden wiederum Fremdfirmen beauftragt aber es

sind auch Versuche mit betriebsinternen Mitteln unternommen worden. Noch war nicht absehbar, ob sich die hüttentechnischen Anreicherungsverfahren oder die Flotationsaufbereitung durchsetzen würden. Deshalb sind beide parallel untersucht und entwickelt worden. /KLS 1983/

Zu nennen sind Versuche, die sich wiederum an das Patent der MS anlehnten. Von Seiten des Rammelsberg ist zwar eine „unberechtigte Geheimniskrämerei“ bemängelt worden, aber ganz unberechtigt scheint die Zurückhaltung nicht gewesen zu sein. Es kam zu Patentstreitigkeiten zwischen der MS und einigen deutschen Firmen, die erst 1925 ausgeräumt werden konnten.

Besonders erfolgreich waren die Versuche der Zentraleuropäischen Schwimmaufbereitungsanstalt Berlin,

der Maschinenbauanstalt Humboldt und der Firma Friedrich Krupp. Favorisiert wurden jeweils Rührwerke und Emulsionsschaum. Dagegen ist beim EKOF-Verfahren nach Patent Gröndal-Franz nur mit Druckluft und ohne Rührwerk gearbeitet worden. /GRU 1925/

Bereits Ende der Kriegs war der Anteil der Kupfererze an der Gesamtförderung des Rammelsbergs zurückgegangen, weil in der Grube die bis dahin bevorzugten kupferreichen Lagerstättenbereiche weitgehend abgebaut waren. Die Unterharzer Kupferhütte sollte aber gleichbleibende Kupfererzmenge erhalten. Es blieben nur Erzvorräte mit geringeren Kupfergehalten. Deshalb wurde die Gesamtförderleistung angehoben. Die Unterharzer Bleihütten konnte aber nicht das nun ebenfalls vermehrt anfallende Bleierz verarbeiten. Das überschüssige

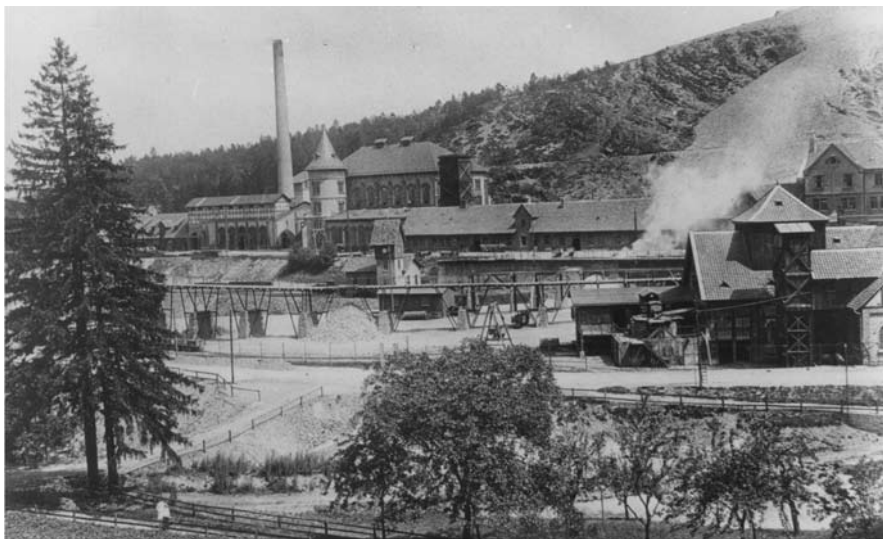


Abb. 5.5.6: Brandstaubwäsche, umgebaut zur Aufbereitungsversuchsanstalt, Foto aus der Sammlung Heinrich Stöcker

Bleierz sollte an auswärtige Hütten verkauft werden, unter anderem an die Metallurgische Gesellschaft, die es in ihrer Berzelius-Hütte in Bergisch Gladbach und in ihrer Metallhütte in Duisburg verarbeitete. In beiden Hütten sind daraufhin eingehende Versuche zur Erzaufbereitung unternommen worden. Auf der Berzelius-Hütte waren es Versuche mit einem Laugungs- und Elektrolyseverfahren. Erklärtes Ziel war, eine Großversuchsanlage einzurichten.

Die Fachleute der Duisburger Hütte schlugen dagegen vor, ein Wälzverfahren zu benutzen und damit Zinkoxyd herzustellen.

1918 bewogen die vielen Erfolg versprechenden Versuche die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke, zusammen mit der Metallurgischen Gesellschaft und der Metallbank eine Erzaufbereitungsgesellschaft (E.A.V.G.) zu gründen. Die ehemalige Brandstaubwäsche wurde zu einer Aufbereitungsversuchsanstalt umgebaut. Das Gebäude erhielt ein neues im zentralen Bereich höher gelegtes Dach (s. Abb. 5.5.6.). Ausgestattet wurde es mit „modernen Aufbereitungsgerätschaften“.

In der Diskussion war, das Schiechel-Verfahren oder das Gröndal-Verfahren näher zu untersuchen. Die Entscheidung fiel auf das Schiechel-Verfahren. Die Aufnahme der Versuche verzögerte sich durch Patentprobleme, denn dieses Verfahren war fast identisch mit dem Elmore-Verfahren. Der Zeitpunkt, an dem das Patent ablaufen sollte, war nicht mehr sicher, weil ein neues Gesetz

in Vorbereitung war, das die Patentlaufzeiten verlängern sollte. Außerdem war nicht vorhersehbar, ob das Schiechel-Verfahren patentiert werden würde. Deshalb wurde nun das Gröndal-Verfahren favorisiert. Auf der Unterweser-Hütte in Nordenham gab es bereits eine kleine Anlage, die dieses, zwischenzeitlich von Dr. Franz weiterentwickelte Verfahren einsetzte. Dort wurden die Versuche mit Rammelsberger Erzen fortgesetzt. Die Ergebnisse waren befriedigend, insbesondere was das Abtrennen des Schwerspats betraf, und sollten Maßstab für die vorgesehenen Versuche mit dem Schiechel-Verfahren werden.

1920 ging die Versuchsanlage am Rammelsberg in Betrieb, jedoch hinsichtlich der Abtrennung des Schwerspats mit unbefriedigendem Ergebnis. 1921 wurde die Studiengesellschaft aufgelöst, auch wegen der einsetzenden Inflation.

Die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke übernahmen die Anlage von der Erzaufbereitungsgesellschaft, um dort Versuche mit dem Schlitzberger-Verfahren durchzuführen. Dieses Verfahren war pikanter Weise von der Ehefrau von Bergrat Schlitzberger zum Patent angemeldet worden. Schlitzberger hatte diesen juristischen Winkelzug gewählt, weil er als Beamter gegenüber den Unterharzer Berg- und Hüttenwerken keine Forderungen über Zahlungen für die Nutzungsrechte hätte verlangen können, schon gar nicht vor Gericht. Diese Konstellation beeinträchtigte von Anfang an das Vertrauensverhältnis zwischen Schlitzberger und dem Werk. /SCH 1924/ Vorgesehen war

eine Durchsatzleistung von 12.000 t Roherz pro Jahr. Die Inflation verzögert den Versuchsbeginn bis 1923. /KLS 1983/

Zwischenzeitlich hatten mehrere Unternehmen und Institute Versuche mit der selektiven Flotation angestellt. Die EKOF hatte Oberharzer Gangerz aus dem Erzbergwerk Grund erfolgreich flotiert. Dabei war zuerst ein Blei-Zinkkonzentrat mit dem Franz-Gröndal-Verfahren kollektiv flotiert worden, das dann auf einem Schnellstoßherd in ein Blei- und ein Zinkkonzentrat getrennt wurde. Die Versuche, die daraufhin auf diese Art auch mit Rammelsberger Erz durchgeführt worden waren, verliefen jedoch nicht erfolgreich. Deshalb setzte man am Rammelsberg weiter auf das Schlitzberger-Verfahren.

Im Prinzip handelte es sich dabei wie beim Franz-Gröndal-Verfahren um ein Flotationsverfahren mit Luft- und Reagenzienzugabe und Herstellung eines Schaumprodukts, aber mit modifizierter Düsenanordnung und Reagenzienzugabe.

Der Versuchsbetrieb lief ein Jahr. Die Ergebnisse waren zufriedenstellend, auch in wirtschaftlicher Hinsicht. Die hergestellten Konzentrate sind an die Hütten geliefert worden, um die Weiterverarbeitungsmöglichkeiten zu untersuchen. Die Maschinen wurden 1922 verkauft. /BAC 1922/

1922 erhielt die Firma Humboldt den Auftrag, für den Rammelsberg eine Aufbereitungsanlage dieser Art zu ent-

werfen und ein Angebot für den Bau vorzulegen. 1924 wurde noch einmal bestätigt, dass die Wirtschaftlichkeit dieses Neubaus gegeben sein würde. 1925 sollte das Projekt beginnen. Die vorgesehene Durchsatzleistung betrug 100 t Roherz pro Tag.

Dazu kam es jedoch nicht. Das Projekt wurde ohne offizielle Begründung beendet und in den Akten nicht weiter erwähnt. Interne Vermerke lassen vermuten, dass vor allem die überzogenen Forderungen Schlitzbergers von mindestens 12.000 Goldmark pro Jahr ausschlaggebend waren. Das Vertrauensverhältnis zu Schlitzberger war offensichtlich nicht mehr gegeben. Außerdem schien befürchtet worden zu sein, dass sein Patent von der EKOF angefochten werden könnte, denn die Ähnlichkeit war sehr deutlich.

Daneben wären Umwelt-Probleme erzeugt worden, denn die Abwässer wären sehr stark mit Schwefelsäure belastet worden. Ein weiterer Beweggrund scheint die neue Entwicklungen bei den hüttenmetallurgischen Aufbereitungsverfahren gewesen zu sein. Besonders das Wälzverfahren machte in Mechernich und in Oberschlesien gute Fortschritte. Man wollte wohl abwarten, wie es sich weiter entwickelte. /KLS 1983/

5.5.7 Flotationsversuche mit Rammelsberger Erzen von 1925 bis 1935

Das Augenmerk der Unterharzer Berg- und Hüttenwerke lag nach 1925 auf der Verbesserung des Gruben- und

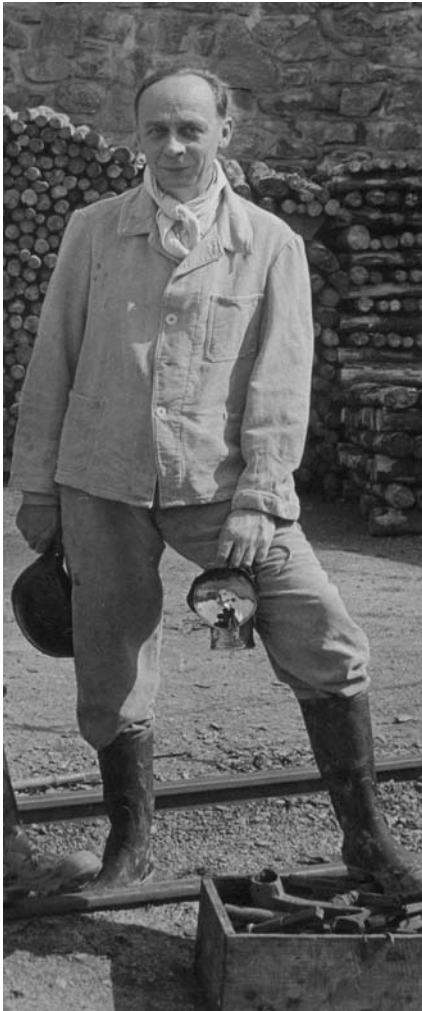


Abb. 5.5.7: Dr. Emil Kraume, Foto aus der Sammlung Margarita Kraume

Hüttenbetriebs. Das Interesse an der Verbesserung des Aufbereitungsverfahrens ließ vorübergehend etwas nach. Ende der 1920er Jahre und Anfang der 1930er Jahre verschlechterte sich die Weltmarktsituation dramatisch. Dabei war der PREUSSAG deutlich geworden, dass die Umorientierung auf neue

Emil Kraume Lebenslauf:
1904-05-26 geboren in Kirchhundem/Westfalen

Vater Kolonialwarenhändler
Humanistisches Gymnasium in Emmerich

1925 Reifeprüfung

Studium an der TH München

Später Studium an der Bergakademie Clausthal Bergbau

1931 Diplomabschluss

anschließend Arbeit im Aufbereitungslabor der Bergakademie Clausthal

1932-11-15 bis 1933-02-15

Ingenieur-Praktikant in der Versuchsanstalt der Krupp-Grusonwerke

1933 bis 1945 Betriebsingenieur und Betriebsleiter Aufbereitung am Rammelsberg

1945 bis 1948 Bergwerksdirektor des Erzbergwerks Rammelsberg
(alle Angaben von seiner Tochter Margarita Kraume 2012)

Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren, die mittlerweile in anderen, vor allem ausländischen Aufbereitungsanlagen, mit viel Erfolg angewendet wurden, für die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke die einzige Chance zum Überleben war.

Professor Grumbrecht (Bergakademie Clausthal) hatte bereits 1925 das Potential des Flotationsverfahrens für den Rammelsberg geahnt. Er konnte allerdings noch nicht absehen, ob es sich durchsetzen würde. Als Alternative kam nach wie vor das Wälzverfahren in Frage. Es war in anderen

Erzbergbaurevieren, zum Beispiel in Oberschlesien recht erfolgreich angewendet worden. /GRU 1925/

Grumbrecht war allerdings der Meinung, dass aus der Reihe der Flotationsverfahren nur das Ölschwimmverfahren für den Rammelsberg in Frage kam. Er beauftragte Emil Kraume, damals Student in Clausthal, mit Forschungen zum Thema Flotation Rammelsberger Erze (s. Abb. 5.5.7).

Die damals modernsten Flotationsverfahren waren durchaus in der Lage, selektiv mehrere unterschiedliche Konzentrate herzustellen. Für den Rammelsberg bedeutete das, dass nun sowohl ein Blei- als auch ein Zinkkonzentrat erzeugt und dann auch ein neues Zinkverhüttungsverfahren eingeführt werden könnte. Ersteres wurde Inhalt von Kraumes Versuchen. Darüber hinaus experimentierte er mit der Flotation eines Kupferkonzentrats und eines Pyritkonzentrats.

Vorerst bremste die hereinbrechende Weltwirtschaftskrise die weiteren Versuche. Trotz Halbierung der Erzförderung des Erzbergwerks Rammelsbergs, Entlassung der Hälfte seiner Belegschaft und 60% Kurzarbeit für die verbliebene Belegschaft, verbunden mit 26% Lohnkürzungen, sind die Aufbereitungsversuche aber fortgesetzt worden. An den Versuchen beteiligte sich auch die Humboldt Deutzmotoren AG in Köln-Kalk. Das Ergebnis war, dass zwar keine vollständige Trennung von Blei- und Zinkmineralen möglich sein würde. Dafür waren die Minerale zu fein verwachsen. Der wirtschaftliche

Erfolg der Verhüttung würde sich damit aber erheblich verbessern lassen.

Die Firma Krupp Gruson in Magdeburg führte daraufhin Großversuche mit einer Pilotanlage durch. Sie bestand aus einer Mahlanlage und 24 Flotationszellen á zwei Liter Volumen. Damit ließen sich erstmalig Aussagen zu den Zwischenprodukten machen, was in den vorangegangenen Laboruntersuchungen noch nicht möglich gewesen war. /BAC 1932/

Emil Kraume hatte sowohl an der Bergakademie Clausthal Laborversuche mit Rammelsberger Erzen durchgeführt, als auch bei den Versuchen bei Krupp Gruson in Magdeburg maßgeblich mitgewirkt. Darüber verfasste er eine Doktorarbeit, die er 1933 in Clausthal verteidigte. Kraume hatte damit die Grundlagen für den Bau der späteren Neuen Aufbereitungsanlage gelegt. /KRA 1935/

Der Neubau der Aufbereitung und der Zinkhütte musste vorerst aufgrund der wirtschaftlichen Probleme aufgeschoben werden. Die Versuche liefen jedoch sowohl an der Bergakademie Clausthal als auch bei Krupp-Gruson weiter. In beiden Fällen hatte Emil Kraume den wesentlichen Teil der wissenschaftlichen Arbeiten übernommen. /KLS 1983/

Kraumes Clausthaler Labor Versuchsergebnisse waren so überzeugend, dass Krupp-Gruson in Magdeburg eine Versuchsanlage in größerem Maßstab errichtete und schließlich die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke

in ihrer stillgelegten Lautenthaler Aufbereitungsanlage eine großtechnische Versuchsanlage bauen ließ. Dort wurden in einer zwölfmonatigen Kampagne aus 3.891 t Roherz Konzentrate hergestellt. Sie wurden zum Teil in die USA geschickt, um dort die Verhüttbarkeit mit dem vorgesehenen neuen Zinkhüttenverfahren zu testen. Die Ergebnisse waren befriedigend. /KRA 1948/, /BAC 1934/

Die Kosten für die Maschinen, die von den Krupp-Grusonwerken Magdeburg nach Lautenthal geliefert worden waren, beliefen sich auf 300.000 RM. Dazu gehörten:

- eine Rohrmühle mit 150 PS Antrieb,
- eine MS-Flotationsmaschine mit 22 Zellen,
- ein nicht näher beschriebener Klassierer,
- eine nicht näher beschriebene Zahl von „Max-Intosch“-Zellen (wohl Mac Intosh),
- eine nicht näher beschriebene Filteranlage und
- eine „alte Humboldt-Flotat.“ mit 18 Zellen

In diesen Kosten enthalten waren Umbaukosten (Klaubetisch, Gerenne, Trommeln, Röschsetzhaus, Bunker, Anschlussgleis, Transporttunnel und Aufzug) und

Transportkosten. Die Belegschaft der Lautenthaler Versuchsanlage wurde mit einer Belegschaft von 18 Mann pro Schicht betrieben. Sie setzte sich unter anderem aus sechs Flotierern, drei Filterern und einem Maschinist, einem

Handwerker und zwei Bahnverladern zusammen. Insgesamt waren dort 31 Mann beschäftigt. /BAC 1931/

6. Finanzierung

In der Literatur wird oft überbewertet, dass die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke zur Zeit des Nationalsozialismus vor der eigentlich schon beschlossenen und genehmigten Betriebsschließung bewahrt worden waren. Von der damals amtierenden Braunschweigischen Landeregierung, die schon vor 1933 von der NSDAP geführt wurde, sind zwar tatsächlich die wesentlichen Impulse für den Weiterbetrieb und sogar für die Betriebserweiterung und Modernisierung gekommen. Das in der öffentlichen Wahrnehmung erfolgreiche Rammelsbergprojekt ist auch von der NSDAP für propagandistische Argumentationen weidlich ausgenutzt worden.

Betrachtet man aber die Zeit vor 1933 und die Begleitumstände, die zu dieser Entwicklung geführt haben genauer, dann relativiert sich dieses Bild. Auch von den zur Zeit der Weimarer Republik regierenden Parteien sind immense Anstrengungen unternommen worden, um angeschlagene deutsche Buntmetallbergwerke und -hüttenbetriebe zu retten. Ein Beispiel dafür ist die Stolberger Zink AG (vgl. Kap. 5.5.3.).

Ab 1928 wurde auch das Mechernicher Werk vom Staat subventioniert. Ab 1934 erfolgten die Subventionen im Förderprämienverfahren. Die gezahlten Beträge reichten allerdings für die erforderliche Verbesserung der Anla-

gen bei weitem nicht aus. Eine großzügige Modernisierung der Betriebe war jedoch zwingende Voraussetzung für eine wesentliche Steigerung der Produktion und der Senkung der Selbstkosten. 1937 übernahm die PREUSSAG den Mechnicher Betrieb von der Stolberg Zink AG. Es folgte eine bis Kriegsende reichende intensive Modernisierungsphase.

In Goslar sah die Entwicklung ähnlich aus. 1930 war der Zinkpreis von 497 auf 336 RM/t gefallen. Er war damit deutlich niedriger, als der Werksabgabepreis. 1931 entstand dadurch ein Verlust von 3,69 Millionen RM. Er konnte zwar aus Rücklagen ausgeglichen werden. Ein zweites Jahr mit Verlusten in dieser Höhe hätte aber nicht durchgestanden werden können. Die eine der beiden Eigentümerinnen, die Braunschweig GmbH, stellte daraufhin bereits erste Überlegungen zur Betriebsschließung an.

Als 1932 der Zinkpreis nochmals drastisch gefallen war (auf 172,50 RM/t) stand die Zahlungsunfähigkeit kurz bevor. Spätestens bei Fälligkeit der jährlichen Ratenzahlungen für die 1929/30 aufgenommen Kredite hätten die Werke Konkurs anmelden müssen. Die Gesellschafterversammlung beschloss deshalb die Betriebsschließung für den Zeitraum bis spätestens Ende Juni 1932. Dazu kam, dass das Preußische Ministerium für Handel und Gewerbe und das Braunschweigische Staatsministerium keine weiteren finanziellen Unterstützungen gewähren konnten. Sie erkannten aber die nationale und regionalpolitische Tragweite

der drohenden Betriebsschließung und wandten sich mit einer dringenden Bitte um Hilfe an die Reichsregierung.

Eine zur Klärung der Frage von Subventionen für den Zink- und Bleibergbau einberufene Kommission vertrat jedoch den Sparkurs der sozialdemokratischen Reichsregierung, der eine Subventionierung von Staatsbetrieben ausschloss. Der Aufsichtsrat der PREUSSAG beschloss daraufhin Anfang Mai 1932 die Betriebsschließung. Die Belegschaft wurde darüber in einer eigens dafür einberufenen Versammlung informiert. Eine Kommission unter Leitung des Goslarer Oberbürgermeisters Droste sollte die Stilllegungsverhandlungen unter Beteiligung aller Betroffenen übernehmen.

Nun hatte die Angelegenheit aber von Anfang an auch einen starken parteipolitischen Aspekt. Er wurde letztlich entscheidend. Die NSDAP-regierten Länder, allen voran das damalige Land Braunschweig, stimmten Mitte Mai den Subventionen doch noch zu, nachdem sie Ausgleichszahlungen in Aussicht gestellt bekommen hatten. Nun konnten sie offensiv in der Presse gegen die unsoziale Haltung der Reichsregierung agitieren und brachten sie damit in die moralische Zwangslage, ebenfalls zustimmen zu müssen.

Eine Zustimmung zu Subventionen bedeutete jedoch eine weitere Verschlechterung der ohnehin desolaten nationalen Haushaltslage und damit eine weitere Destabilisierung der nur mit einer Reichstagsminderheit regierenden Sozialdemokraten.

Regionalpolitisch gesehen war die Erhaltung der Werke natürlich außerordentlich wichtig, besonders, weil im Harz nicht zuletzt durch die Schließung der meisten Oberharzer Gruben eine hohe Arbeitslosigkeit herrschte und es kaum andere große Arbeitgeber gab.

Die Reichsregierung stimmt daraufhin zu. Der 1932 entstandene Verlust der Unterharzer Berg- und Hüttenwerke von 2,75 Millionen RM konnte dadurch noch einmal ausgeglichen werden. Die Betriebe waren gerettet. Eine im Februar 1933 einberufene außerordentliche Gesellschafterversammlung bestätigte das, vor allem angesichts der Zusage der neu gewählten nationalsozialistischen Reichsregierung, die monatlichen Zuschüsse weiterhin zu gewähren und sogar von 30.000 auf 50.000 RM zu erhöhen. /VÖG 2001/

Dem war entgegengekommen, dass die Politik der neuen Reichsregierung ausdrücklich die Metallerzeugung im Inland zu einem erstrangiges Ziel erklärt hatte. Die wichtigsten Gründe für das Projekt waren:

- wehrpolitischer Art,
- Einsparung von Devisen durch verringerte Metallimporte und
- Bekämpfung der Arbeitslosigkeit (die Region galt in dieser Hinsicht als Notstandsbezirk).

Allerdings musste die Gesellschafterversammlung den für 1933 geplanten Bau der Neuen Flotationsanlage verschieben. Sie betonte jedoch

gleichzeitig, dass sie die betriebswirtschaftliche Notwendigkeit eines Neubaus erkannt hätte.

Die Flotationsanlage hatte besonders in Bergrat a.D. Paul Ferdinand Hast, der bereits seit 1932 Erster Geschäftsführer der Unterharzer Werke und ab Ende 1933 auch der Oberharzer Werke geworden war, einen starken Befürworter. Mitte 1934 kam es in der Berliner Reichskanzlei zu einer Besprechung zwischen dem „Beauftragten des Führers für Wirtschaftsfragen“ Keppler, dem Ministerpräsidenten des Landes Braunschweig Klagges, dem Finanzminister des Landes Braunschweig Alpers und Bergrat Hast. Letzterer stellte erneut die Planungen für den Bau einer Flotationsanlage und einer neuen Zinkhütte vor.

Im Herbst 1934 stellte die Reichsregierung die Unterstützung für die Unterharzer Werke von Darlehn auf nicht zurück zu zahlende Förderprämien um. Zu verstehen ist das als Ausgleich der Differenz zwischen tatsächlichen und „garantierten“ Verkaufserlösen. Mitte 1934 ließ sich Keppler in Goslar von Bergrat Hast die Bau- und Umstellungspläne erläutern. Im Mai 1935 besprachen Klagges und Keppler, welches Hüttenverfahren in der neuen Zinkhütte verwendet werden sollte. Die Entscheidung fiel auf das US-amerikanische New-Jersey-Verfahren, denn bei der New Jersey Zinc Company in Palmerton/USA waren auch die Vorversuche mit Rammsberger Erz unternommen worden. Damit konnte das Projekt beginnen. /VÖG 2001/

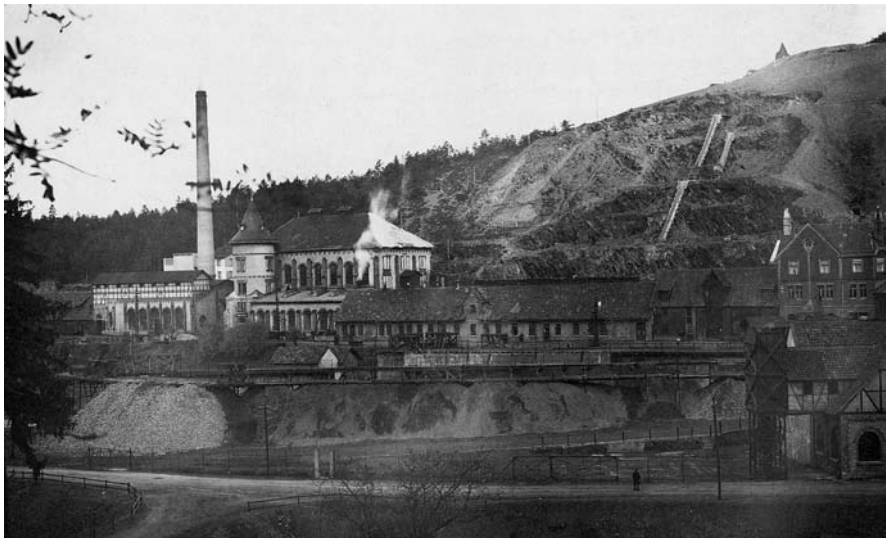


Abb. 6.a: Flotationsanlage Rammelsberg im Bau, Strossen geschossen, Foto aus der Sammlung Heinrich Stöcker

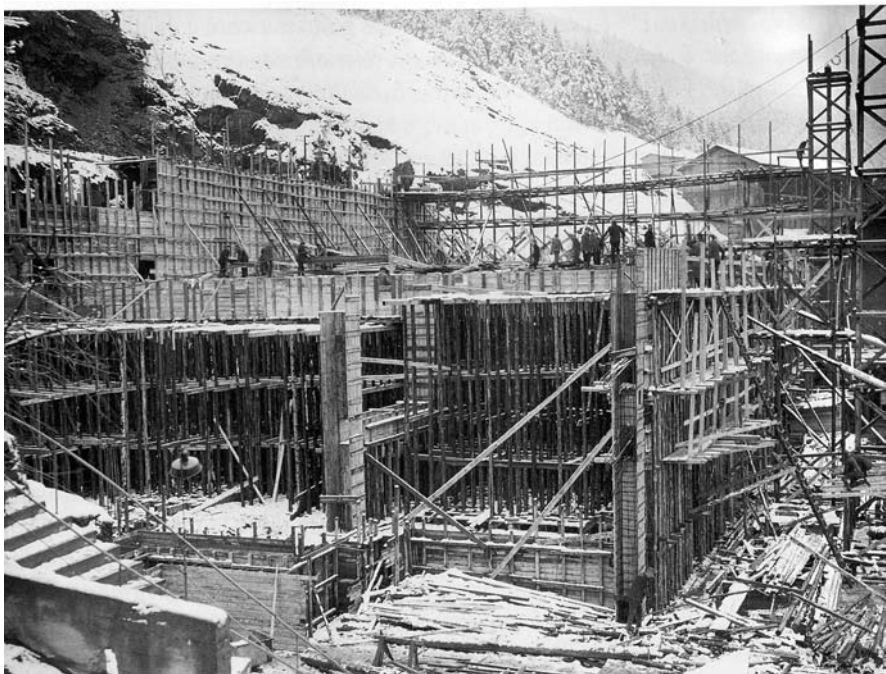


Abb. 6.b: Flotationsanlage Rammelsberg im Bau, Rohbau teilweise fertig, Foto aus der Sammlung Heinrich Stöcker



Abb. 6.c: Einweihung des Rammelsbergsschachts, Foto aus der Sammlung Heinrich Stöcker

Die PREUSSAG nahm für das Rammelsbergprojekt ein Darlehn in Höhe von 29 Mio RM auf. Die Bürgschaft übernahm das Reich. Am 16. August 1935 begannen die Vorarbeiten für den Bau der Aufbereitung (s. Abb. 6.a und b). Im Oktober 1936 wurden die Gebäude der Aufbereitung fertig gestellt (s. Abb. 6.c und d).

23,25 Mio. RM hatte der Neubau der Zinkhütte kostete, rund 4 Mio. RM die Aufbereitung und 1,75 Mio. RM sonstige bauliche Maßnahmen. Als Ausgleich für negative wirtschaftliche Betriebsergebnisse sind pro Jahr Prä-



Abb. 6.d: Erste Konzentrate der Flotationsanlage Rammelsberg, Foto aus der Sammlung Heinrich Stöcker

mien von 6 Mio. RM gezahlt worden. /BAR 1988/

7 Standortwahl

Allgemein üblich war und ist es, den Standort von Aufbereitungsanlagen so zu wählen, dass beim Betrieb nur möglichst geringe Transportkosten entstehen. Bei Bergwerken und Hüttenbetrieben, die nur wenige Kilometer voneinander entfernt liegen, ist es vorteilhaft, wenn sich die Aufbereitungsanlage zwischen Bergwerk und Hütte befindet. Am besten ist ein Standort dicht am Bergwerk, denn dann sind die zu überwindenden Entfernungen für die Roherzförderung gering. Beim Konzentrattransport ist das anders. Die zu transportierenden Konzentrate wiegen wesentlich weniger als das Roherz. Die Transportwege zwischen Aufbereitung und Hütten können deshalb deutlich länger sein.

Die meisten Aufbereitungsgebäude sind deshalb so dicht wie möglich am Förderschacht des Bergwerks gebaut worden. Damit konnte eine gesonderte Zwischenförderung entfallen. Vorteilhaft ist es, wenn die Schachtöffnung innerhalb des Aufbereitungsgebäudes liegt, wie es auch am Rammelsberg der Fall ist.

Bei der Standortwahl für neu zu errichtende Aufbereitungsanlagen spielt vor allem die Möglichkeit zu großflächigen Deponien der Aufbereitungsrückstände eine Rolle. Letzteres war schon bei den mit Dichtesortierung arbeitenden Zentrallaufbereitungen der Fall. Bei den Flotationsanlagen war das von noch größe-

rer Wichtigkeit, denn Schotter, Splitt und grober Sand lassen sich auf Halden deponieren, die schlammförmigen Flotationsabgänge dagegen nicht. Es ist in der Regel auch nicht mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand möglich, den Schlamm zu trocknen, um ihn dann platzsparender auf einer Halde unterbringen zu können. Außerdem ist auch die Verhaldung entwässerter Schlämme kompliziert, teuer und kaum platzsparender als bei Absetzteichen.

Aufbereitungsgebäude in Form mehrerer übereinander angeordneter Etagen waren um 1935 weltweit üblich. Der Weg des Erzes konnte dann von oben nach unten von der Vorzerkleinerung über die Mittelzerkleinerung zur Mahlanlage führen, ohne dass eine gesonderte Hebevorrichtung notwendig wird.

Diese Gebäude müssen allerdings sehr robust gebaut werden, denn die in ihren oberen Etagen arbeiteten Brecher sind schwere Maschinen, die zudem heftige Schwingungen erzeugen. Das Roherz muss bei diesen Aufbereitungsanlagen in die oberste Etage gehoben werden, in der Regel durch lange Gurtbandförderer oder mit hohen Fördergerüsten/Fördertürmen (s. Abb. 5.5.3.n und s).

Die Anordnung am Berghang war gegenüber einer in der Ebene nicht so aufwendig und erzeugte geringere Kosten. Sie wurde deshalb bevorzugt. Die Rammelsberger Flotationsanlage ist damit ein typischer Vertreter der Erzaufbereitungsanlagen jener Zeit.

Die Kostenersparnis lag vor allem darin, dass keine mehretagigen Gebäude

und damit aufwendigen Fachwerkkonstruktionen notwendig waren. Vorteilhaft war auch, dass jede Etage mit eigenen Fundamenten versehen werden konnte. Dadurch wurden keine aufwendigen Tragwerkskonstruktionen erforderlich. Jede Etage konnte mit Straßen oder Wegen zugänglich gemacht werden, gegebenenfalls mit einem Schrägaufzug. Das war besonders für den Transport schwerer Ersatzteile vorteilhaft.

Im Gegensatz zu Brechern laufen Mühlen-, Flotations- und Eindickeranlagen in der Regel im Kreislaufbetrieb. Das heißt, dass nach dem Durchgang durch die betreffende Maschine jene Fraktion aus dem Massenstrom abgetrennt wird, die noch einmal bearbeitet werden soll. Eine Übereinander-Anordnung von Mühlen-, Flotations- und Eindickeranlagen ist deshalb technisch und betriebswirtschaftlich ungünstig. Diese Aufbereitungsanlagen(-teile) wurden, soweit es sich ermöglichen ließ, in eine Ebene gebaut.

Am 21. Juni 1935 war in Berlin die grundsätzliche Genehmigung für das Rammelsberg-Projekt erteilt worden. Bereits am 20. Juni 1935 fassten die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke die Anforderungen zusammen, die sie an ein Gelände für die zu errichtende Aufbereitungsanlage stellten. Es sollte

- eine mittelsteile Hanglage,
- eine Möglichkeit zur Anlage von Klärteichen,
- eine Möglichkeit zur Speisung mit Frischwasser und
- eine Möglichkeit für einen Feldbahnanschluss haben.



Abb. 7.a: Dörpketal, Ammental, Gelmketal, Wintertal, Sudmerberg, Lageplan /BAC 1935/

In Frage kamen

- das Gelände des Bergwerks – dort bestand aber keine Möglichkeit für das Anlegen von Absetzteichen,
- das Dörpketal – es hatte aber nur die Möglichkeit für Absetzteiche mit 16 Jahren Kapazität,
- das Ammental – es hatte aber nur die Möglichkeit für Absetzteiche mit 27 Jahren Kapazität, keine Möglichkeit für einen Bahnanschluss und keine für eine ausreichende Frischwasserversorgung,
- der Osthang des Sudmerbergs – er war aber zu weit entfernt und
- das Gelmketal – das war die Vorzugsvariante, weil sie allen Anforderungen entsprach (s. Abb. 7.a).

Am 20. Mai 1935 hatten die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke detaillierte Pläne über die geplante Lage der Flotationsanlage und von drei geplanten Teichen vorgelegt. Das Erz sollte demzufolge von einem noch zu teufenden Schacht durch einen kurzen Stollen zutage gefördert und von dort



Abb. 7.b: Geplante Aufbereitung im Gelmketal, Lageplan /BAC 1935/

über eine Verladestation per Seilschwebbahn zum Gelmketal transportiert werden. Der vorgesehene Schachtansatzpunkt lag nord-nordöstlich vom später tatsächlich geteuferten Rammelsbergsschacht. /BAC 1935/

Das Aufbereitungsgebäude sollte nach diesen Plänen 45 m hoch, 100 m lang und 60 m breit werden. Für den Konzentrattransport von der Aufbereitungsanlage zu den Hütten in Oker war eine zweite Seilschwebbahn vorgesehen (s. Abb. 7.b).

Das Gelmketal hatte auch den Vorteil, dass es an seinem unteren Ende, das sich bis an die Ortslagen Goslar und Oker erstreckt, relativ flach und weitläufig war. Deshalb wäre der Bau der Neuen Aufbereitung einschließlich mehrerer gestaffelt angeordneter Absetzteiche dort optimal gewesen.

Die Planungen waren 1935 schon sehr weit fortgeschritten und die Bauanträge eingereicht, als sich ein heftiger Widerstand gegen die Wahl dieses Standortes formierte. Der Oberbürgermeister der Stadt Goslar Droste begründete seine ablehnende Haltung damit, dass die Altstadt Goslars ein Ziel des Fremdenverkehrs sei und durch die Verschandelung ihrer Umgebung große Einbußen der Tourismusbranche zu erwarten wären. Als negatives Beispiel führte er die Aufbereitungsanlage in Clausthal an. Außerdem verwies er auf das neue Reichsnaturschutzgesetz, das am 26. Juni 1935 in Kraft trat, und darauf, dass die Stadt Goslar erst vor wenigen Jahren 25.000 RM bezahlt habe, um eine Überlandleitung vor dem Rammelsberg zu vermeiden und einen anderen technischen Weg zu finden, die Wiesenlandschaft nicht zu zerschneiden. /GSA 1935/



Abb. 7.c: Reichsnährstandsgebiet, Lageplan /GSA 1935/

Mit diesem Widerstand hatte die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke offensichtlich noch gerechnet und auch damit, dass sie ihm mit Hilfe der Landes- und Reichsregierung wirksam begegnen könnte. Schließlich hatten beide Regierungen erhebliche finanzielle Mittel für den Bau bewilligt. Unerwartet und hartnäckiger war jedoch die Intervention des Reichsnährstandes. Er war eine nationalsozialistische Organisation unter Walther Darré, deren Aufgabe die Lenkung der deutschen Landwirtschaft, besonders aber der Nahrungsmittelproduktion und -preise war. Zum Sitz des Reichsnährstandes hatte Darré 1934 die Stadt Goslar bestimmt, der er 1936 auch den Titel Reichsbauernstadt verlieh. Darré wollte hier einen stattlichen Gebäudekomplex errichten lassen, der den Ansprüchen einer zentralen Reichsverwaltung entsprach. Erworben wor-

den war dafür auch schon ein Gelände. Und das lag im Gelmketal (s. Abb. 7.c). /GSA 1935/

Zwar wurde schließlich dann doch nichts aus den Bauplänen des Reichsnährstandes, weil er im NS-Machtgefüge zugunsten des Reichslandwirtschaftsministeriums an Einfluss verlor und dann nicht mehr die Kraft für ein Bauprojekt dieser Größe hatte. Aber das war 1935 noch nicht absehbar. Darré forderte unmissverständlich, dass keine hässlichen Industriebauten das Gelmketal und damit die unmittelbare Umgebung der zukünftigen Reichsnährstandsgebäude verschandeln dürfen. Wenn schon Industrieanlagen in Goslar gebaut werden mussten, dann an anderer Stelle. Und sie sollten weder vom Reichsnährstandesgelände noch von der Altstadt Goslars aus zu sehen sein.

Die Stadt schloss sich den Argumenten des Reichsnährstandes an und konnte auch die Gemeinderäte und das in Goslar stationierte Jägerbataillon (Infanterieregiment 17, seit Oktober 1934 unter Führung von Erwin Rommel), das im Gelmketal einen Übungsplatz unterhielt, gegen das Bauprojekt aufbringen. Die Stadt Goslar hatte der Garnison das Gelände für die Errichtung der Kasernen geschenkt, um die Garnison am Standort zu behalten, und ihr auch anderweitig geldwerte Vorteile gewährt. Dazu gehörte unter anderem die Nutzungsmöglichkeit des Gelmketal als Truppenübungsplatzes. Der Oberbürgermeister erklärte, dass Goslar die verauslagten Kosten der PREUSSAG in Rechnung stellen würde, wenn die Garnison wegen Aufgabe des Truppenübungsplatzes wegziehen sollte. Rommel erklärte seinerseits, dass er nur auf das Übungsgelände verzichten würde, wenn er ein gleichwertiges Gelände erhält.

Die Stadt bot den Unterharzer Berg- und Hüttenwerken als Alternativvorschläge andere Teichstandorte an, zum Beispiel nordöstlich des Sudmerbergs. Die PREUSSAG wies aber nach, dass diese Alternativen viel zu hohe Betriebskosten nach sich ziehen würden. Es folgten Gespräche und Verhandlungen im Reichswirtschaftsministerium.

Am 24. Juni 1935 fand eine Besprechung statt, an der

- das Land Braunschweig, vertreten durch den Regierungspräsidenten und den Ministerpräsidenten,

- das Clausthaler Oberbergamt, vertreten durch den Berghauptmann, und
- die Unterharzer Berg- und Hüttenwerken, vertreten durch Bergrat von Scotti,

beteiligt waren. Ergebnis war, dass die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke Gegenvorschläge prüfen sollten.

Am 25. Juni 1935 gab es ein Gespräch zwischen Darré und dem „Architekten des Führers“ Speer, der sich anschließend von der Stadt Goslar die entsprechenden Unterlagen schicken ließ.

Am 28. Juni 1935 wurde der ehemalige Senator Ehelolf mit einem Gutachten beauftragt, das er vier Wochen später übergab. Er führt darin aus: „Wenn dieses Projekt ausgeführt würde, dürfte das einer der größten Unglücksfälle sein, die die Stadt je betroffen hat.“ Seinerseits schlug er vor, die Aufbereitungsgebäude auf dem bisherigen Werksgelände zu errichten und eine Seilschwebebahn vom Rammelsberg nach Oker zu bauen. Die Aufbereitungsabgänge sollten als Versatzmassen nach untertage gebracht werden und die nicht dafür nutzbaren Massen von Oker mit einer weiteren Seilschwebebahn zum Gelände am Sudmerberg. Er machte in dem Gutachten auch den Alternativvorschlag, vom Schacht eine Seilschwebebahn zum Fuß des Hahnenbergs zu bauen und dort eine Aufbereitungsanlage und Schlammteiche anzulegen.

Am 8. Juli 1935 besichtigten Vertreter der PREUSSAG und des Reichsnähr-

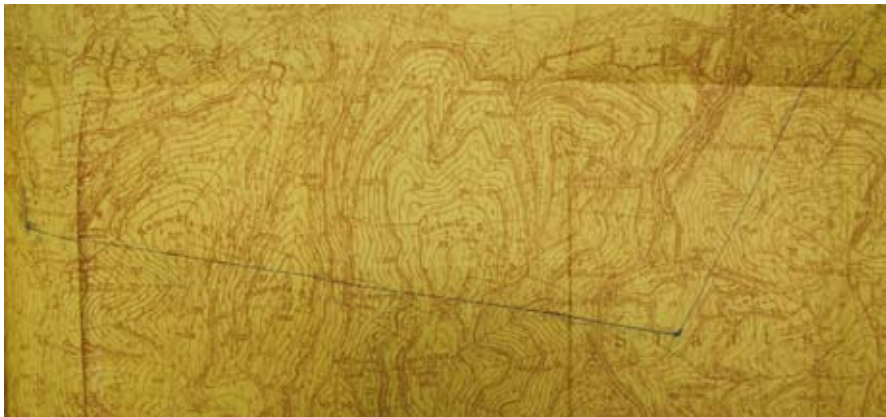


Abb. 7.d: Seilschwebbahn zum Sudmerberg, Lageplan /GSA 1935/

stands (Architekt Wille) das Gelände. Wille erläuterte die vorgesehenen Baugrenzen einschließlich der geplanten Sport- und Parkanlagen.

Am 9. Juli 1935 informieren die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke den Braunschweiger Regierungspräsidenten, dass für die Unterbringung von Aufbereitungsabgängen in Klärteichen vom Standort Gelmketal abgesehen wird. Geplant seien stattdessen eine maschinelle Schlammmentwässerung und eine Seilschwebbahn in ein Nachbartal. Damit sollen sowohl die Aufbereitungsabgänge zum Absetzteich transportiert werden als auch die Konzentrate zu den Hütten.

Die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke hatten damit trotz aller damit verbundenen Nachteile ihre Pläne fallen gelassen, die Aufbereitungsanlage im Gelmketal zu errichten. Sie betonten, dass es im Bereich der Werksanlagen keinen Platz für einen Absetzteich gab. Das Tal der Abzucht war zu eng und außerdem schon größtenteils

bebaut. Eigentlich hätte das Gelände als Standort für die neu zu errichtende Aufbereitungsanlage ausscheiden müssen. Es bleibe aber keine Wahl.

Am 6. August 1935 schlugen der spätere Bauleiter der Aufbereitungsanlage Dr. Salau und ein Sachverständiger für Seilschwebbahnen eine Trasse vor. Die Beladestation der Seilschwebbahn sollte am Dammfuß des Herzberger Teichs gebaut werden. Von dort sollte die Seilbahntrasse nach Ost-Südosten über den Pass zwischen Rammelsberg und Sydikumberg verlaufen, über die Spitze des Giengelsbergs, den Pass zwischen Gelmkeberg und Brautstein und schließlich bis ins Okertal zu den Hütten. Dort sollte eine Seilbahn-Winkelstation gebaut werden, um die Aufbereitungsabgänge nach Nord-Nordosten entlang des Okertals weiter bis zum Absatzteich hinter dem Sudmerberg transportieren zu können (s. Abb. 7.d). /GSA 1935/

Die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke stellten einen entsprechenden

Bauantrag für die Aufbereitungsanlage, nicht aber für die Seilschwebebahnanlage. Der Antrag wurde genehmigt und die Bauphase eingeleitet, ohne dass eine ausreichende Möglichkeit zur Unterbringung der Aufbereitungsabgänge bestand. Lediglich zwei sehr kleine behelfsmäßig angelegte Teiche standen zur Verfügung, einer unmittelbar westlich der Rammelsberger Straße und einer auf der Halde, die im Norden an die Werkanlagen anschließt (s. Abb. 10.1.1.d). Mit ihnen ging die Anlage in Betrieb. /KLS 1984/, /BCA 1935/

Anderthalb Jahre später war der Reichsnährstand im Reichslandwirtschaftsministerium aufgegangen. Die Errichtung von eigenen Gebäuden in Goslar stand nicht mehr zur Diskussion. Dazu kam ein geschickter Schachzug der PREUSSAG. Sie vergrößerte das geplante Teichvolumen. Damit handelte es sich nach den damals geltenden Bestimmungen nicht mehr um ein Wasserrückhaltebecken, sondern um eine Talsperre, deren Zulassung in einen anderen Zuständigkeitsbereich fiel. Das entsprechende Reichsministerium genehmigte den Bau am 25. Mai 1937.

Der Teich wurde nun unverzüglich gebaut und in Betrieb genommen (s. Abb. 7.e). Die Aufbereitungsanlage Rammelsberg war zu dieser Zeit aber längst im Bereich der Tagesanlagen des Bergwerks fertig gestellt worden, so dass der Standort Gelmketal nicht mehr dafür in Frage kam. Die Flotationsabgänge mussten über eine vier Kilometer lange Rohrleitung von den am Rammelsberg bis ins Gelmketal

gepumpt werden. /BAC 1935/, /GSA 1935/



Abb. 7.e: Dammbau mit Bagger, Dampflok und Loren, Foto aus der Sammlung Stefan Dützer

Absetzteiche werden nicht wie Wasserrückhaltebecken und Talsperren in einem Schritt gebaut. Ein Grundablass verbietet sich durch die während des Betriebs eingeschwemmten Feststoffe. Das freie Wasser sollte deshalb immer oben ablaufen können. Vorteilhaft ist eine geringe Höhendifferenz zwischen Wasserspiegel und Dammkrone. Deshalb werden die Dämme von Absetzteichen schrittweise erhöht.

Der Absetzteich Bergedeponie Gelmketal war 1938 fertig gestellt. Ab Juli wurde die Bergetrube dorthin gepumpt. 1949 hatte sich die Kapazität des Bergeteichs auf zwei Jahre verringert und der Damm musste um sechs Meter erhöht werden. Gleichzeitig wurde der Bachlauf der Gelmke verlegt. Die nächste Erhöhung des Hauptdamms folgte 1961 auf 257 m NN (3. Ausbaustufe). 1962 ist auch des Absetzteich-Zwischendamm um zwei Meter auf 255,4 m NN erhöht worden. 1968 folgte eine Erhöhung des Hauptdamms auf 260 m NN. 1971 war die Baggeranlage

durch einen Bedienfehler defekt. Sie wurde provisorisch durch eine zwei-stufige Kreiselpumpe ersetzt. Dieses Provisorium erwies sich aber als dauerhaft und wurde bis 1988 betrieben. 1972 ist die Bergpumpleitung verlegt worden. Sie verlief nun durch den Gelenbecker Stollen. Gleichzeitig war die nächste Dammerhöhung vorbereitet worden und der Bachverlauf wurde ein weiteres Mal verlegt. 1973 ist der Damm auf 265 m NN erhöht worden und 1978 noch einmal auf 270 m NN. 1979 begann die Verfüllung des oberen Absetzbeckens (auf der Halde unmittelbar nördlich des Werksgebietes). 1984 ist der Absetzteich im Gelmketal mit einer Mitteleinspülung versehen worden, um ihn gleichmäßig füllen und seine Kapazität dadurch besser ausnutzen zu können. 1985 begann die

Mitteleinspülung. Seit 1988 gelangt nur noch Material aus der Grubenwasserneutralisation in den Absetzteich. /KLS 1984/

8 Architektonische Gestaltung

Architektonisch gesehen ist die Gestaltung der Neuen Rammelsberger Erzaufbereitung ein genialer Entwurf. Die Symmetrieachse, die sich durch den gesamten Gebäudekomplex zieht, ist über die Werkstraße hinweg bis zur Verwaltung, zum Magazin, zum Ehrenhof und zum Pfortner weiter geführt worden. Diese Komposition ist außerordentlich gut gelungen trotzdem die Gegebenheiten dafür nicht sehr günstig waren. Das Gelände ist im Bereich des Ehrenhofs seitlich abschüssig. Die Werkstraße verläuft

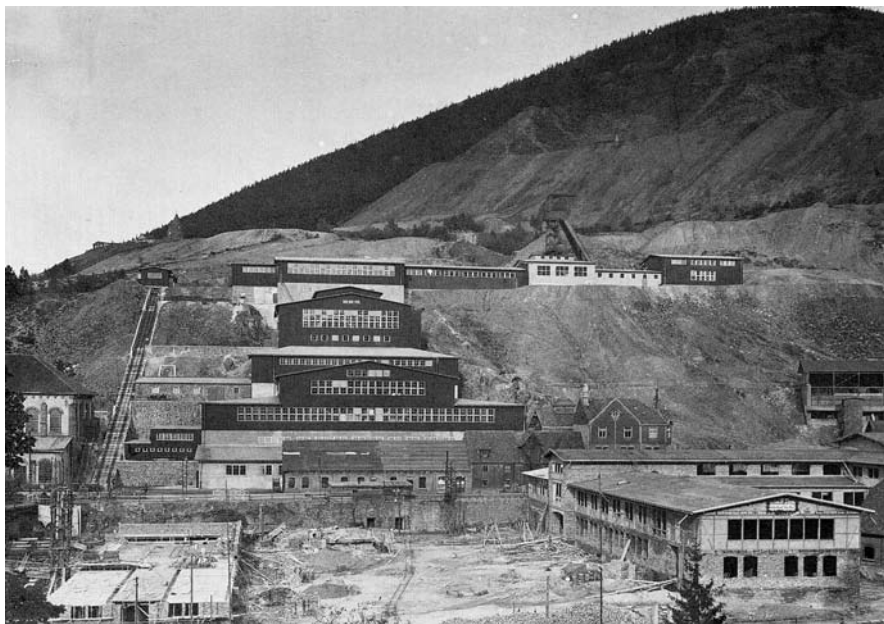


Abb. 8.a: Axialansicht, Foto 1936 aus der Sammlung Heinrich Stöcker

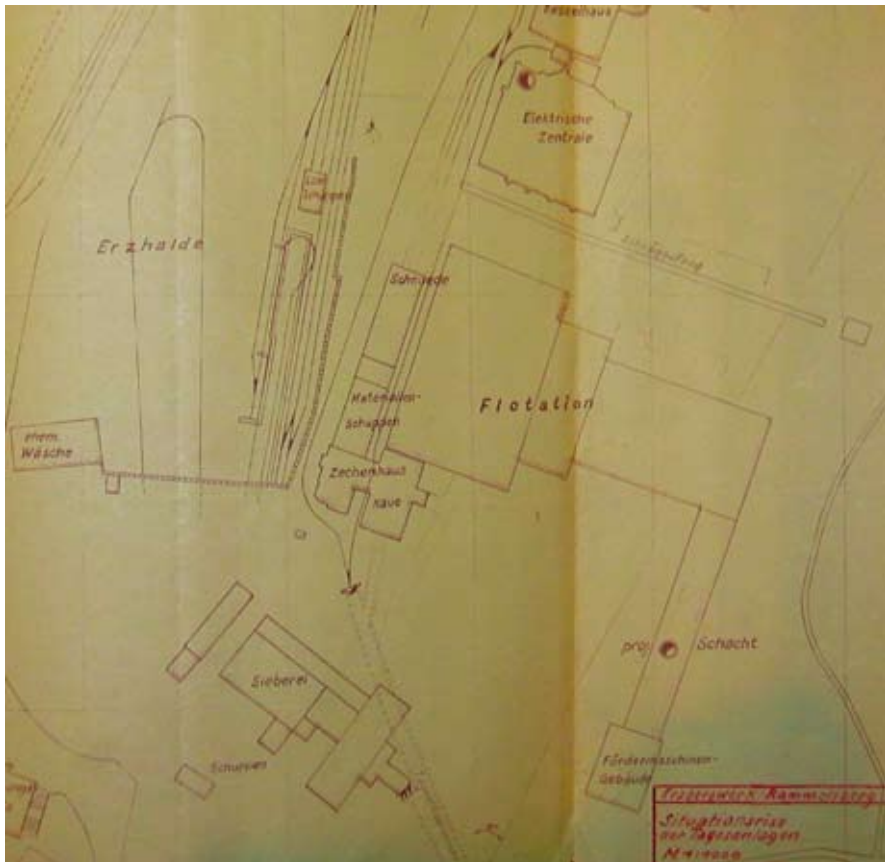


Abb. 8.b: Alte und neue Gebäude, Tageriss von 1935 /BAC 1935/

nicht rechtwinklig zur Gebäude-Symmetrieachse und nicht geradlinig. Viele alte Gebäude mussten mit einbezogen werden, zum Beispiel die Energiezentrale und die Werkstätten (s. Abb. 8.a). Besonders erschwerend kam hinzu, dass der Bergwerks- und Aufbereitungsbetrieb der Alten Sieberei während des Baus der Neuen Aufbereitung aufrecht erhalten werden musste. Das Zechenhaus, die alte Waschkau und das alte Magazin standen sehr dicht an der Neuen Aufbereitung (s. Abb. 8.b und c).



Abb. 8.c: Zwischenraum zwischen alter Waschkau und Neuer Aufbereitung, im Hintergrund der Kühlturm der Energiezentrale, Foto 1935 aus der Sammlung Heinrich Stöcker

Aus der konsequenten Durchsetzung der architektonischen Vorgaben entstanden zwar verfahrenstechnische Probleme und Unzulänglichkeiten. Sie waren aber nur von untergeordneter Bedeutung.

Den Eingangsbereich der Werksanlagen und die Fassaden haben die Architekten in einer repräsentativen und gleichzeitig zurückhaltenden Form gehalten. Die verwendeten Stilelemente entsprechen dem damaligen Zeitgeist. Daraus aber abzuleiten, dass es sich um einen typisch nationalsozialistischen Repräsentationsbau handelt, wäre falsch. Entscheidungen für eine zeitgemäße und repräsentative Industriearchitektur gab es und gibt es auch in demokratisch geführten Ländern und in liberal und demokratisch orientierten Firmen. Sie sind vielmehr

ein Zeichen dafür, dass die Entscheidungsträger von der Notwendigkeit einer guten Außenwirkung überzeugt und dafür bereit waren, die entsprechenden finanziellen Mittel bereitzustellen.

8.1 Beispiele für die Gestaltung anderer Erzflotationen in Deutschland und im Ausland

Die Rammelsberger Anlage lässt sich am Besten durch den Vergleich zu den hunderten von verfahrenstechnisch ähnlichen Blei-Zinkerz-Aufbereitungsanlagen derselben Entstehungszeit einschätzen.

Zum Teil sind sie der Rammelsberger Anlage sehr ähnlich. Sie liegen auch am Hang, sind treppenförmig gestaffelt



Abb. 8.1.a.1: Cavnik, Foto Volkmar Scholz 2012



Abb. 8.1.a.3: Spania Dolina, Foto Volkmar Scholz 2012

und haben giebelständige Dächer. Beispiele dafür sind:

1. Ramsbeck in Braubach (Blei und Zink) 1928
2. Sontra (Kupfer) 1939

3. Căvnic in Rumänien (Blei, Zink, Kupfer und Gold, s. Abb. 8.1.a.1)
4. Spania Dolina, Slowakei (Kupfer, s. Abb. 8.1.a.2)

Dabei könnten bei den letzten drei durchaus gestalterische Anleihen beim Rammelsberg genommen worden sein.

Bei den Erzaufbereitungen in Bad Grund und am Bollrich sind die gleichen Stilelemente verwendet worden (s. Abb. 8.1.b, vgl. Kap. 10.6). Das ist auch nicht weiter verwunderlich, denn im Falle des Bollrichs war der Architekt derselbe. Das Erzbergwerk Grund gehörte wie das Erzbergwerk Rammelsberg zur PREUSSAG und hatte sogar denselben Bauleiter Hans Joachim Salau. Sonst sind die verwendeten Stilelemente bei den ande-



Abb. 8.1.b: Aufbereitungsanlage Grund, Foto von Raymond Faure



Abb. 8.1.c.1: Creede /MIN 2012/

ren Aufbereitungsanlagen eher selten anzutreffen.

Sehr viele Anlagen sind wie die Rammelsberger Anlage unter Ausnutzung der Hanglage gebaut worden, zum Beispiel:

1. Creede, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.c.1)
2. Herkules in Wallace, Idaho, USA (s. Abb. 8.1.c.2)
3. Kennecott, Alaska, USA (s. Abb. 8.1.c.3)



Abb. 8.1.c.3: Kennecott /MIN 2012/

4. Argo in Idaho Springs, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.c. 4)
5. Mayflower in Silverton, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.d.8)

Dabei sind die Einzelgebäude beziehungsweise Gebäudeteile ebenfalls treppenartig übereinander quer an den Hang gebaut worden. Es handelt aber sich eher um barackenähnliche eingeschossige Gebäuden, jeweils mit flachen, traufständigen Pultdächern, die hangabwärts geneigt waren/sind. Beispiele dafür sind die Flotationsaufbereitungen:

1. Bensberg (s. Abb. 5.5.3.i)
2. Schneeberg, Südtirol (s. Abb.5.5.3.p)
3. Laky, Bulgarien (s. Abb. 8.1.d.1)
4. Carson Hill in Melones, Californien, USA (s. Abb. 8.1.d.2)
5. Cripple Creek, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.d.3)
6. Tomboy bei Telluride, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.d.4)
7. American Nettie in Ouray, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.d.5)
8. Nacional Mines in Nevada, USA (s. Abb. 8.1.d.6)
9. Homestake, in Lead, South Dakota, USA (s. Abb. 8.1.d.7)
10. The Morning Mine, Idaho, USA (s. Abb. 8.1.d.8)
11. Huanzala, Peru (s. Abb. 8.1.d.9)
12. Morenci, Arizona, USA (s. Abb. 8.1.d.10)
13. Liberty in Telluride, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.d.11)
14. Synnyside in Eureka, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.d.12)
15. Britannia Beach, British Columbia, Kanada (s. Abb. 8.1.d.13)

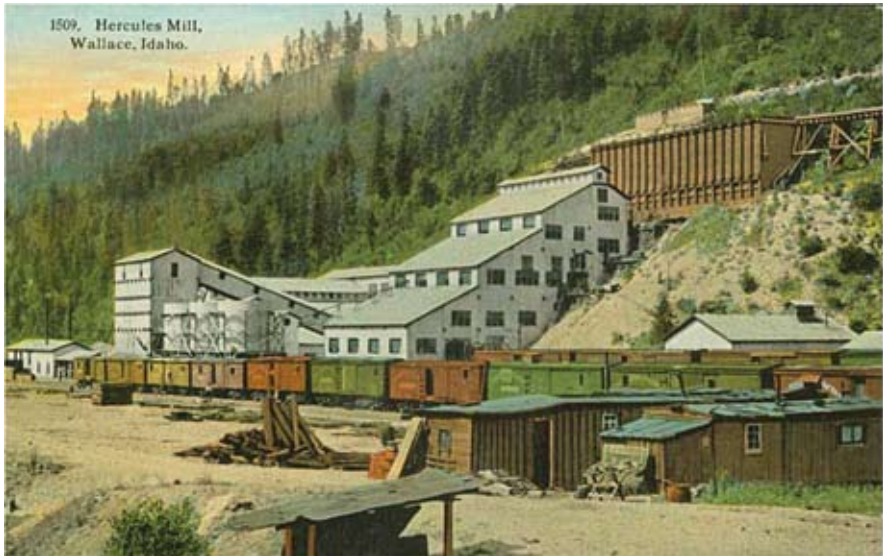


Abb. 8.1.c.2: Herkules /MIN 2012/



Abb. 8.1.c.4: Argo /MIN 2012/

In den Fällen, bei denen keine ausreichende Hanglage nutzbar war, sind die Gebäude oft als von der Seite gesehen großes Dreieck gestaltet wor-

den. Dadurch ist zwischen der oberen und unteren Etage eine Höhendifferenz erreicht worden, die es erlaubte, dass zwischen den Aufbereitungsschritten



Abb. 8.1.d.1: Laky, Foto Holger Lausch 2012



Abb. 8.1.d.2: Carson Hill /MIN 2012/



Abb. 8.1.d.4: Tomboy /MIN 2012/



Abb. 8.1.d.3: Cripple Creek /MIN 2012/



Abb. 8.1.d.5: American Netty /MIN 2012/



Abb. 8.1.d.6: Nacional Mines /MIN 2012/



Abb. 8.1.d.7: Homestake /MIN 2012/

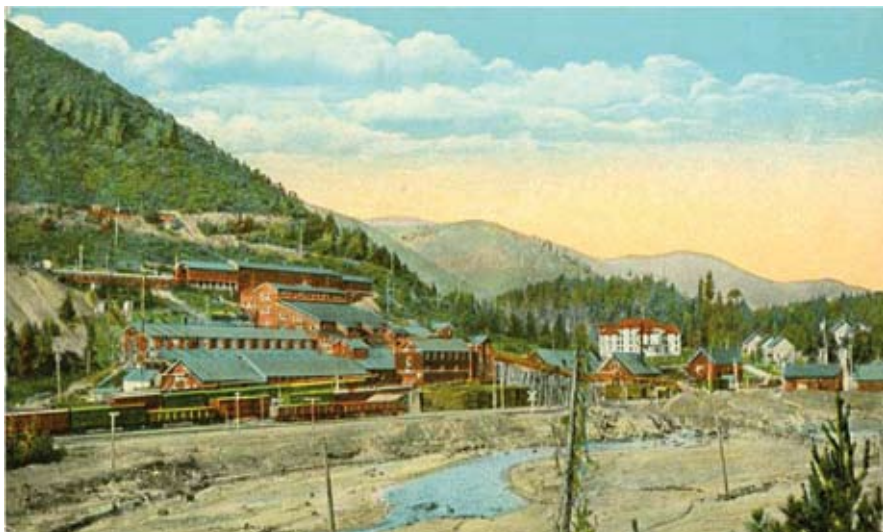


Abb. 8.1.d.8: The Morning Mine /MIN 2012/



Abb. 8.1.d.9: Huanzala, Foto 2010, aus chrigiontour.blogspot.com



Abb. 8.1.d.10: Morenzi, Foto 2009, aus terragaleria.com



Abb. 8.1.d.12: Britannia Beach Foto aus aldrichpears.wordpress.com



Abb. 8.1.d.11: Sunnyside /MIN 2012/



Abb. 8.1.d.13: Bensberg /wikipedia/



Abb. 8.1.e.1: Bingham /MIN 2012/



Abb. 8.1.e.2: Avon /MIN 2012/



Abb. 8.1.e.3: Anaconda /MIN 2012/



Abb. 8.1.e.4: Eureka und Excelsior /MIN 2012/



Abb. 8.1.e.5: Lewis Mine /MIN 2012/



Abb. 8.1.e.6: Golden Prince Mine /MIN 2012/

kein weiterer Aufwärts-Transport notwendig wurde. Von der obersten Etage folgte eine treppenförmig abwärts angeordnete Anlage. Beispiele dafür sind die Flotationsaufbereitungen:

1. Bingham, Utah, USA (s. Abb. 8.1.e.1)
2. Avon in Gilpin, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.e.2)
3. Anaconda in Montana, USA (s. Abb. 8.1.e.3)
4. Eureka und Excelsior in Baker City, Oregon, USA (s. Abb. 8.1.e.4)
5. Lewis Mine in Telluride, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.e.5)
6. Golden Prince Mine, Animas Forks, Colorado, USA (s. Abb. 8.1.e.6)



Abb. 8.1.f.1: Beihilfe, Foto Jens Pfeifer



Abb. 8.1.f.2: Ehrenfriedersdorf, Foto Jens Pfeifer



Abb. 8.1.f.3: Mechernich, Foto aus offizin24.de

Moderne Baustoffe und Konstruktionen ermöglichten, die Vorbrecher, Nachbrecher und Bunker übereinander in turmartigen Brechereigebäuden unterzubringen. Der Transport des Roherzes in die obere Etage erfolgte gewöhnlich mit weit hinauf geführ-



Abb. 8.1.f.4: Bleischarley, Foto aus www.bytom.webd.pl



Abb. 8.1.f.5: Kuttna Hora, Foto Volkmar Scholz 2012

ten Gurtbandförderanlagen. Seitlich schlossen abgestufte Gebäudeteile an. Beispiele dafür sind die Flotationsaufbereitungen:



Abb. 8.1.f.6: Joplin / MIN 2012/



Abb. 8.1.f.7: Perseverance /MIN 2012/

1. Beihilfe in Halsbrücke, Sachsen (s. Abb. 8.1.f.1)
2. Ehrenfriedersdorf, Sachsen (s. Abb. 8.1.f.2)
3. Mechernich in der Eifel (s. Abb. 8.1.f.3)
4. Bleischarley in Beuthen, Oberschlesien (s. Abb. 8.1.f.4)
5. Kuttna Hora, Tschechien (s. Abb. 8.1.f.5)
6. Joplin, Missouri, USA (s. Abb. 8.1.f.6)
7. Perseverance in Juneau, Alaska, USA (s. Abb. 8.1.f.7)
8. Eagle-Picher in Kansas, USA (s. Abb. 8.1.f.8)
9. Garpenberg, Boliden, Schweden (s. Abb. 8.1.f.9)



Abb. 8.1.f.9: Garpenberg /wikipedia/



Abb. 8.1.f.8: Eagle-Picher /MIN 2012/

Selten wurden regionaltypische Gestaltungen gewählt, zum Beispiel bei den Flotationsaufbereitungsanlagen

1. Aufbereitungsanlage Bleiberg Kreuth, Österreich (s. Abb. 8.1.g.1)
2. Aufbereitungsanlage Wölsendorf, Oberpfalz (s. Abb. 8.1.g.2)
3. Aufbereitungsanlage Stulln bei Nabburg (s. Abb. 8.1.g.3)
4. Aufbereitungsanlage Laureion, Griechenland (s. Abb. 8.1.g.4)



Abb. 8.1.g.1: Bleiberg, Foto 2012

Bei einer anderen Gruppe von Erzaufbereitungen sind Anleihen aus benachbarten Architektursparten gemacht worden, die zu der entsprechenden Zeit modern waren. Viele sehen aus wie



Abb. 8.1.g.2: Wölsendorf, Foto von Gerhard Haubold, 1968



Abb. 8.1.g.3: Stulln



Abb. 8.1.g.4: Laureion



Abb. 8.1.h: Fluorchemie Karlsruhe /GRÜ 1955/

Fabrikgebäude mit beliebiger Nutzung oder wie Schulgebäude, Landschulheime und Kasernen, zum Beispiel die Flotationsaufbereitungen

1. Bad Ems (s. Abb. 5.5.3.g)
2. Meggen (s. Abb. 5.5.3.k)
3. Fluorchemie in Karlsruhe (s. Abb. 8.1.h)
4. Anaconda in Butte, Montana, USA (s. Abb. 5.1.e.5)

Häufig fehlt eine erkennbare architektonische Gestaltung. Gerade beim Bau kleinerer Anlagen und bei kleineren Bergwerksunternehmen, die scharf kalkulieren mussten, war einfach nicht genügend Geld vorhanden, um einen Architekten mit der Gestaltung zu beauftragen. In diesen Fällen sind die Gebäude nach rein verfahrenstechnischen Gesichtspunkten entworfen und gebaut worden. Beispiele dafür sind die Flotationsaufbereitungen:

1. Adolf-Helene in Altlay (s. Abb. 5.5.3.m)
2. Maubach in Horm bei Gey (s. Abb. 5.5.3.j)
3. Baja Mare, Zentralflotation, Rumänien (s. Abb. 8.1.i.1)
4. Montevecchio, Sardinien (s. Abb. 8.1.i.2)



Abb. 8.1.i.1: Baja Mare, Foto Volkmar Scholz 2012



Abb. 8.1.i.2: Montevicchio, Foto aus flickriver.com

8.2 Anspruch und Ziele der Architekten Schupp und Kremmer

Eine optimale verfahrenstechnische Anordnung von Maschinen und Anlagen wird gewöhnlich von sich aus gut aussehen, das heißt optisch als gelungen erscheinen. Es gibt aber auch Sehgewohnheiten und Moden, die dem zuwider laufen. Dann kann auch ein technisch gelungener Entwurf als hässlich empfunden werden. Ein anderer Grund kann sein, dass bereits bestehende alte Anlagen mit einzubeziehen waren. Häufig entstanden dadurch verworren oder verschachtelt anmutende Gebäudeanordnungen. Und dann gibt es noch die gut gemeinten gestalterischen Entwürfe von Verfahrenstechnikern, die sich auf das Gebiet der geschmacklichen Gestaltung gewagt, aber dort versagt haben.

Dadurch sind oft Industriegebäude entstanden, die beim Betrachter einen Widerwillen erzeugen. Industriearchitektur wird deshalb oft als generell hässlich bezeichnet. Das bringt für die betreffenden Unternehmen Nachteile. Gegenüber Firmenkunden kann damit

nicht geworben werden, wenn die äußere Erscheinung der Firmengebäude nicht für den Anspruch des Unternehmens repräsentativ genug ist. Konkurrenten können damit nicht beeindruckt werden. Die Belegschaft und die Einwohner der umgebenden Wohngebiete können die Gebäude „nicht leiden“. Die Belegschaft geht widerwillig der Arbeit nach. Zusammengefasst heißt das, dass aufgrund des äußeren Erscheinungsbildes subjektive Entscheidungen gegen das Unternehmen fallen können.

Seit der Zeit der Industrialisierung ist deshalb immer wieder versucht worden, Sympathie erzeugende, freundliche Gebäudekomplexe und Arbeitsplätze zu schaffen. Die Architekten der Rammelsberger Neuen Aufbereitung Schupp und Kremmer haben das klar als ihr Ziel formuliert: Identifikation mit dem eigenen Arbeitsort, Freude an der Arbeit, bessere Arbeitsleistungen.

Ihre architektonisch-gestalterischen Mittel waren

- Einhaltung menschlicher Größenverhältnisse, Proportionen die nicht „weh tun“,
- eine klare verständliche Gesamtgliederung,
- ein sauberes Erscheinungsbild,
- Licht und Luft am Arbeitsplatz und zwischen den Gebäuden,
- Berücksichtigung sozialer Belange,
- Grünanlagen,
- gute, direkte Zugänglichkeit mit breiten Wegen,
- Oberflächen- und Detailgestaltungen, die dem Auge gut tun,

- auf keinen Fall aber verbaute, verschachtelte und zur Unordnung neigende Gebäudeanordnungen. /BUS 1980 und 2002a/

8.3 Vergleich zu anderen Gebäudeentwürfen von Schupp und Kremmer, Zeitumstände

Mitte der 1930er Jahre gab es in der deutschen Industriearchitektur zwei Strömungen. Die eine wurde vertreten durch den Heimatschutzbund, eine Vereinigung von national-konservativen Architekten. Sie versuchten eine volkstümliche, naturverbundene und der Umgebung angepasste Architektur durchzusetzen. Nach ihren Vorstellungen sollten auch bei der Industriearchitektur Stilmittel und Baumaterialien benutzt werden, die für die regionale Baugeschichte typisch waren. Das ließ sich jedoch kaum konsequent durchsetzen, weil es für viele Industrieprojekte keine Entsprechungen in der Geschichte und in der Region gab. Vor allem waren in den 1930er Jahren die Dimensionen der modernen Industriegebäude viel größer geworden als jemals zuvor.

Bis zur Machtergreifung der NSDAP hatte diese Strömung in der Industriearchitektur kaum Einfluss und Gewicht gehabt. Danach wurde sie aber zunehmend von den Blut- und Boden-Apologeten zum Beispiel des Reichsnährstandes für sich entdeckt und gefördert. Durchsetzen konnte sich diese Richtung jedoch nicht.

Demgegenüber war die zweite Stilrichtung progressiver. Sie hatte sich aus



Abb. 8.3.a.1 bis 3: Drei Ansichten von Zeche Zollverein

dem Expressionismus, dem Kubismus und dem Neoklassizismus entwickelt und vertrat das selbstbewusste Beherrschen der Umwelt. Sie wird oft als



Abb. 8.3.b: Foto Schupp

faschistisch oder nationalsozialistisch bezeichnet. Das ist nicht unbegründet, waren es doch gerade die Grubenbesitzer und leitenden Angestellten der Stahl- und Kohleunternehmen des Ruhrgebiets, die die NSDAP bei ihrem Kampf um die Macht wesentlich unterstützt haben und die genau diese Architektur für ihre Betriebe bevorzugten (s. Abb. 8.3.a.1 bis 8.3.a.). /BUS 1993 und 2002/

Diese Stilrichtung zeigt ein überaus starkes Geltungsbewusstsein der Bauherren. Sowohl der Konkurrenz als auch der Belegschaft sollte unmissverständlich gezeigt werden, wer hier dominiert. Den Hintergrund dafür bildeten sowohl die bei den deutschen Großindustriellen jener Zeit verbreiteten Gefühle, einer international zu kurz gekommenen Nation anzugehören. Dazu kamen Revanchegelüste für den verlorenen Ersten Weltkrieg und nicht zuletzt die Abneigung gegen die als zu lasch angesehene liberale und

sozialreformerische Zeit der Weimarer Republik.

Das mit der Gestaltung der Rammelsberger Aufbereitungsgebäude betraute Architekturbüro Schupp und Kremmer gehörte eigentlich der zweiten Richtung an. Es war dafür bekannt, dass es seine Gebäudeentwürfe nicht an die jeweilige natürliche Umgebung anpasst. Auch die gestalterische Zurückhaltung, die Verwendung natürlicher Baustoffe oder die Anlehnung an historische Bauformen waren untypisch für diese beiden Architekten. Ganz im Gegenteil. Sie bevorzugten Mittel und Stilelemente, die auf Repräsentation und Darstellung von Macht und Wirtschaftskraft ausgerichtet waren.

Fritz Schupp hatte sein Architekturstudium in einer Zeit abgeschlossen, als die Nachwirkungen des Ersten Weltkriegs noch lähmend auf der deutschen Wirtschaft lasteten (s. Abb. 8.3.b). Bauaufträge waren rar. Private Kontakte zu einer großbürgerlichen Familie aus dem Ruhrbergbau verschafften Schupp seinen ersten kleinen Auftrag, eine Waschkäue einer Kohlezeche. Offensichtlich entsprach die Käue den Vorstellungen des Auftraggebers, denn es folgten immer größere Aufträge. Auf dem Höhepunkt ihres Schaffens gestalteten Schupp und Kremmer komplette Tagesanlagen großer Zechen. Insgesamt haben sie über vierzig Bergwerksanlagen entworfen (s.Tab. 8.3.a und 8.3.b). /BUS 1980/

Diese Architektur war nicht nur für dieses eine Architekturbüro typisch, sondern allgemein für die Industrie-

Tabelle 8.3.a: Beispiele für Bergwerks-Tagesanlagen, die durch das Architekturbüro Schupp und Kremmer entworfen wurden

	Grube	in
1920-1955	Graf Moltke	Gladbeck
1921-1925	Holland	Wattenscheid
1922	Schleswig	Dortmund-Asseln
1923-1953	Norstern	Gelsenkirchen Horst
1927-1932	Zollverein 4/11	Essen-Katernberg
1927-1932	Zollverein 12	Essen-Katernberg
1929-1954	Bonifacius	Essen-Kray
1929-1939	Fr. Thyssen	Duisburg-Marxloh
1932	Hansa	Dortmund-Huckrade
1932-1935	Fritz 1/2	Esse.-Altenessen
1934-1938	Gustav 1/2	Dortmund-Mengede
1934-1935	Hausham	Hausham/Oberbayern
1934-1950	Grimberg 3/4	Bergkamen
1934	Hugo Ost	Gelsenkirchen-Buer
1936-1939	Rammelsberg	Goslar
1937	Minister Stein u.H.	Dortmund-Eving
1938	Schlägel und Eisen	Herten
1942-1943	Franz Haniel	Oberhausen-Sterkrade
1942-1944	Godulla	Godulla/Oberschlesien
1944	Osterfeld	Oberhausen-Osterfeld
1944	Germania	Dortmund-Marten
1948-1952	Grimberg 1/2	Bergkamen
1950	Friedlicher Nachbar	Bochum-Linden
1950	Pöttingssiepen	Essen-Werden
1952-1961	Hugo	Gelsenkirchen-Buer
1953-1963	Pluto Wilhelm	Wanne-Eickel
1953	Lohberg	Dinslaken
1953	Heinrich Robert	Pelkum bei Hamm
1953	Ewald	Herten
1954	Haus Aden	Lünen
1955-1959	Katharina	Essen-Kray
1955-1957	Auguste-Victoria	Marl
1955-1960	Carl Funke	Essen-Heisingen
1955	Emil Meyrisch	Siersdorf bei Alsdorf
1956-1971	Sophia Jacoba	Hückelhoven, Kreis Erkelenz
1957-1958	Zollverein 1/2	Essen Katernberg
1958	Prinz Regent	Bochum
1958-1960	Victoria Lünen 3/4	Lünen
1960	Dahlhauser Tiefbau	Bochum-Dahlhausen
1961-1962	Gneisenau	Dortmund-Derne

Tabelle 8.3.b: Andere Werke, die durch das Architekturbüro Schupp und Kremmer in der Zeit von 1935 bis 1955 entworfen wurden

1935-1936	Zementfabrik Rüdersdorf bei Berlin
1937-1942	Kraftwerk Horst in Gelsenkirchen-Horst
1938	Volkswagenwerk in Wolfsburg
1938	Bergbaumuseum in Bochum
1938-1939	Hydrierwerk Gelsenberg in Gelsenkirchen-Horst
1940-1951	Kraftwerk Gustav Knepper in Dortmund Mengede
1950-1951	Kraftwerk Möhne-Stausee im Sauerland
1954-1955	Warmbreitbandstraße in Duisburg-Hamborn

architektur der 1920er Jahre. Schupp und Kremmer wurden jedoch zu einem Synonym für diese Gruppe von Industriearchitekten.

Schupp und Kremmer sahen sich in Goslar mit völlig anderen Forderungen konfrontiert, als sie es aus dem Ruhrgebiet gewöhnt waren. Das erfolgreiche Veto des Reichsnährstandes gegen den geplanten Standort Gelmketal hatte gezeigt, wie mächtig die Blut- und Bodenideologen waren. Erstaunlich ist, dass sich Schupp und Kremmer beim Entwurf der Rammelsberger Anlage nicht gescheut haben, ihrem Stil so grundlegend untreu zu werden und auf die entgegengesetzte Architekturrichtung umzuschwenken. Sie taten das auch nicht zurückhaltend, sondern postulierten in Veröffentlichungen offensiv die Richtigkeit dieser Entscheidung.

Nicht verhehlen konnten diese beiden Architekten jedoch ihren Hang zum Heldenhaften und Pathetischen wie an der Innenarchitektur von Eingang und Lohnhalle zu sehen ist, und auch zum Übersteigerten und auf Wirkung Aus-

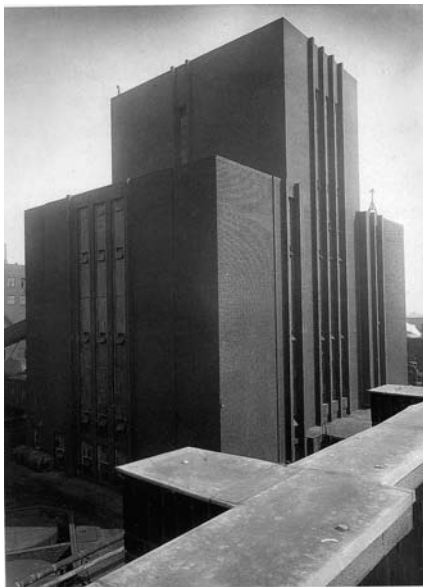
gerichteten, wie die Gestaltung des Ehrenhofes und die streng symmetrisch aufstrebende Frontfassade der Aufbereitungsgebäude zeigt.

Rein zweckdienlich war diese Architektur nicht. In dieser Hinsicht kann die vielmehr an Zweck und technischer Praktikabilität orientierte Gestaltung von anderen Erzaufbereitungsgebäuden jener Zeit als Vergleich heran gezogen werden, wie sie in Amerika benutzt wurde (vgl. Kap. 8.1).

Typisch für Entwürfe von Schupp und Kremmer sind die Tagesanlagen des Kohlebergwerks Zollverein 12 (s. Abb. 8.3.a.1 bis 3). Unwillkürlich fühlt man sich beim Anblick dieser Gebäude in einen utopischen Film der 1920er Jahre versetzt (s. Abb. 8.3.c bis f). Hier wird auf die Wirkung tiefer Gebäudeschluchten, strenger Symmetrien und schroffer Fassaden mit abweisenden und kalt erscheinenden Oberflächen gesetzt. Hohe, sehr schmale Fensterbänder und zentral angeordnete, monumental aufragende Bauwerke, zum Beispiel Schornsteine oder Fördergerüste,



**Abbildung 8.3.c: Kokerei Nordstern,
Entwurf Schupp /BUS 1980/**



**Abbildung 8.3.d: Betrieb Schlägel und
Eisen, Entwurf Schupp /BUS 1980/**

sollten den Betrachter beeindrucken, ihn mental in die Knie zwingen. Dem



**Abbildung 8.3.e: Kraftwerk Horst, Ent-
wurf Schupp /BUS 1980/**



**Abbildung 8.3.f: Einstellung aus dem
Film Metropolis vom Fritz Lang, aus
wikipedia**

Betrachter wird die eigene Bedeutungslosigkeit suggeriert.

Dem Vorwurf der nationalsozialistischen Ausrichtung der Architektur, wie sie bei der Zeche Zollverein 12 zu sehen ist, widerspricht auch nicht, dass viele dieser Gebäude-Ensembles bereits vor 1933 gebaut worden waren. Die politische Einstellung der Akteure stand schon vor 1933 fest. Erklärermaßen waren sie für eine starke rechtskonservative Regierung Deutschlands. Sie sollte sich international durchsetzen, auch mit militärischen Mitteln. Innenpolitisch sollte sie soziale Unru-



Abb. 8.3.g: Zinkhütte Harlingerode, Foto 2012

hen verhindern, kurz gesagt, optimale Entwicklungsbedingungen für die Großindustrie schaffen.

Genau im selben Stil wie die Zeche Zollverein haben die Architekten Schupp und Kremmer 1936 die nur ungefähr zehn Kilometer vom Rammelsberg entfernte Zinkhütte Harlingerode gehalten. (s. Abb. 8.3.g). Dieser Gebäudekomplex ist typisch für dieses Architekturbüro und ähnelt den Werken im Ruhrgebiet. Auch hier finden sich wieder die schroffen Ziegelsteinfassaden, die Anordnung der Fenster in Lichtbändern und die großflächigen Gebäudefluchten. Erstaunlich ist, dass die Zinkhütte zur selben Zeit erbaut wurde ist wie die Aufbereitung Rammelsberg und sogar innerhalb desselben Projektes.

Hier haben Schupp und Kremmer wieder die für sie typische repräsentative Architektur angewendet. Sie mussten sich nicht mehr wie am Rammelsberg zurückhalten. Das lag daran, dass Harlingerode zu weit von

Goslar entfernt liegt, als dass dort die Stadt Goslar und der Reichsnährstand zügelnd einschreiten konnten und wollten. Was dort passierte, beeinträchtigte nicht die touristische Anziehungskraft der Altstadt Goslars. Es gab auch keine zu schützende Umgebung.

Architektonische Entwürfe im Rammelsberger Stil blieben für Schupp und Kremmer Ausnahmen. Abgesehen vom Rammelsberg haben sie lediglich eine kleine Kaue in Bad Grund und eine kleinere Bergwerksanlage in Haushamm/



Abbildung 8.3.h: Haushamm, Detail der Bergwerksanlage von F. Schupp / BUS 2002a/

Bayern im Stil des Heimatschutzbundes gehalten. Dort werden sie wohl ähnliche Gründe dazu bewogen haben wie in Goslar(s. Abb. 8.3.h).

1953 war von Schupp bei der Gestaltung der Aufbereitungsanlage Bollrich versucht worden, zwischen beiden architektonischen Richtungen zu vermitteln. Einerseits hielt er am Stil des Heimatschutzbundes fest, denn sonst hätte er die gestalterischen Grundsätze in Frage gestellt, die er für den Rammelsberg favorisiert hatte. Die Fassaden sind wieder in der oberen Etage mit dunkelbraunen senkrechten Brettern verkleidet und die Etage(n) darunter mit weißem Putz. Es gibt wieder einen



Abbildung 8.3.i: Bollrich, Entwurfszeichnung von F. Schupp /BUS 2002a/



Abbildung 8.3.j: Bollrich, Innenhof, Foto U. Kammer 2008

Werkhof mit Tor und Pförtnerhaus (s. Abb. 8.3.i und j).

Andererseits entspricht die Gestaltung der Anlage Bollrich eher der sonst für Schupp typischen Architektur. Die Gebäudeeinteilung ist in Form einzelner zusammengestellter Kuben vorgenommen worden. Die Dächer sind flacher gehalten, die Fensterbänder großflächiger und die Gesamteindruck sachlicher.

Schupp verwendete eine nicht mehr eine so streng axiale Gebäudestruktur. Es finden sich nicht mehr die starken repräsentativen Tendenzen. Stattdessen wählte er eine zergliederte, zurückhaltendere Gestaltung. Die Zugehörigkeit zum Rammelsberg zeigte er vor allem durch die Verwendung derselben Fassadenmaterialien, aber auch durch Details, wie bei der Torbölgengestaltung und bei der Beleuchtungsanlage.

Aus heutiger Sicht erscheint erstaunlich, dass bei der Wahl, welcher Architekt mit dem Entwurf für die neu zu erbauende Anlage am Bollrich zu beauftragen ist, wieder Schupp den Zuschlag erhalten hat. Sie zeigt aber, wie viel Zustimmung sein Stil auch zu dieser Zeit noch hatte und dass es offensichtlich keine Alternativen gegeben hat, die besser erschienen.

Aber auch hier scheinen sich die Verfahrenstechniker nicht gegen Schupp durchzusetzen vermocht zu haben. Zwar ist am Bollrich die vorteilhaftere horizontale Anordnung für Flotation, Eindicker und Filter gewählt worden. Die Draufsicht zeigt aber einen erheb-

lichen Nachteil dieser Anlage. Schupp hat hier die verfahrenstechnischen Gebäude um einen Ehrenhof gruppiert. Diese ringförmige Anordnung bewirkte, dass sich die Anlage nur mit einem erheblichen bautechnischen und finanziellen Aufwand hätte erweitern lassen. Eine Erweiterung musste deshalb unterbleiben, obwohl sie in Zeiten guten wirtschaftlichen Erfolgs durchaus erwünscht gewesen war. Der Aufwand wäre zu groß gewesen.

8.4 Rahmenbedingungen am Rammelsberg

Die aufgezwungenen Standortbedingungen hatten es sowohl den Architekten als auch den Verfahrenstechnikern schwer gemacht, eine günstige Lösung für die Gebäudegestaltung und -gliederung zu finden. Sie hatten aber keine Wahl und mussten aus den Gegebenheiten das Beste machen.

Vor allem wurden die Planungen erschwert durch

- die eingeengte Lage im Tal,
- die fehlenden Flächen für die Absetzteiche,
- die Forderung des Reichsnährstandes und der Stadt Goslar, die Gebäude „unsichtbar“ zu machen und
- die Notwendigkeit, bestehende Gebäude (Energiezentrale, Werkstätten, altes Waschkauengebäude, Sieberei und Zechenhaus) einzubeziehen.

Verfahrenstechnisch notwendige Einzelgebäude waren vorzusehen für

- die Zuförderung (den Antransport) der Erze,
- die Erzzerkleinerung durch hintereinander geschaltete Grob-, Mittel- und Feinzerkleinerung,
- die Flotation und Eindickung sowie
- die Verladung.

Damit waren räumliche Rahmenbedingungen und Fixpunkte gegeben.

Der Schachtansatzpunkt war von den Bergbau- und Aufbereitungstechnikern vorgegeben worden. Er lag zu dicht an der noch einige Jahre weiter zu betreibenden Alten Sieberei, als dass das Schachtfördergerüst zentral über den neuen Aufbereitungsgebäuden hätte stehen können – sicher aus Sicht der Architekten schade. Es befindet sich deshalb etwas abseits vom zu errichtenden Gebäudekomplex. Zwischen Schachthängabank und Brechern ist deshalb ein Wagenumlauf eingerichtet worden.

Die Bauplanung und der Bauablauf wurden besonders dadurch erschwert, dass der Betrieb in den umliegenden Gebäuden während der Bauzeit möglichst ungestört weiter laufen musste. Außerdem waren die Betriebsleitung und die Bauleitung organisatorisch voneinander getrennt.

8.5 Gestaltung der Rammelsberger Aufbereitungsgebäude

Die konsequent vertikale Anordnung der Grob- und Mittelzerkleinerung hätte eine Gesamtbauhöhe benötigt, die aus der Tagesoberfläche des Rammelsbergs zu weit heraus geragt hätte. Die Architekten wählten stattdessen

die Form von treppenstufenförmig am Hang angeordneten Gebäudeteilen.

Das Vorebrechergebäude nahm gleichzeitig die Förderwagenentleerung und die Zwischenbunker auf. Der Grundriss des Mittelzerkleinerungsgebäudes steht zum Teil unter der Vorzerkleinerung, so dass das vorgebrochene Erz von allein aus den Bunkern in die Mittelzerkleinerungsbrecher gelangen konnte.

Die Mittelzerkleinerung brachten die Architekten in einem, von oben gesehen, zweiten Gebäude unter. Für eine unmittelbar unter der Mittelzerkleinerung liegende Mahlung war die Hangneigung des Baugeländes nicht steil genug. Besonders die über den Mühlen vorzusehenden Vorratsbunker benötigten zu viel Bauhöhe. Deshalb mussten schräg aufwärts angeordnete Gurtbandförderer das Erz wieder aufwärts transportieren.

Die Mahlung selber befindet sich in einem dritten Gebäude, das gleichzeitig die Verfahrensschritte Mahlung, Flotation und Entwässerung/Trocknung aufnahm. Das Gebäude konnte aber auf Grund der Hanglage nicht einetägig gestaltet werden. Es folgt der Hangneigung in drei versetzt angeordneten Etagen. Sowohl seine Fassade als auch der Baugrund ist stufenweise gestaltet worden. Auf der oberen Stufe/Ebene stehen die Mühlen, auf der mittleren die Flotationsmaschinen und auf der unteren (Höheniveau der Werkstraße) die Eindicker und Filter.

Die Verladung ist unter das Höheniveau der Werkstraße gelegt wor-

den und hat daher auch den Namen U-Bahnhof erhalten. Dieses Höheniveau entspricht dem des Transporttunnels, der in Richtung der Hütten in Oker und Harlingerode führt (Gelebecker Stollen). Damit konnten die Konzentrate mit gleisgebundenen Fahrzeugen direkt vom U-Bahnhof bis zu den Hütten transportiert werden (s. Abb. 10.6.b).

Der gestalterische Entwurf der Rammelsberger Aufbereitungsgebäude stellt in vielerlei Hinsicht eine Besonderheit dar. Er erscheint völlig andersartig als die anderen Entwürfe von Schupp und Kremmer. Dieser Gebäudekomplex versteckt sich geradezu. Er liegt im hinteren Teil des Wintertals, abgewandt von der Stadt Goslar und ist von dort aus nicht sichtbar. Er weist auch nicht die sonst für Schupp und Kremmer typischen kubistischen Formen auf. Stattdessen passt sich die Anlage an den Hang an. Nur die strenge Symmetrie der Aufbereitungsgebäude und des Ehrenhofs hinter dem Haupteingang erinnern noch an die sonst von Schupp und Kremmer verwendete Architektur. Das Fördergerüst des Rammelsbergsschachts ist zwar im Stil der von Schupp und Kremmer für Fördergerüste entwickelten Voll-Träger-Konstruktionen gestaltet worden, hebt sich aber kaum vom Hintergrund ab.

Für die Gebäudefassaden sind statt der sonst von den beiden Architekten gewählten großen und flächig mit Backstein ausgemauerten Stahlfachwerke, hohen schmalen Fensterbändern und roten Backsteinfronten dun-

kelbraune Holzverschalungen und zum Teil Natursteinoberflächen verwendet worden. Die unteren Gebäudeteile sind fast weiß. Dort ist der unverkleidete schalungsrohe Beton zu sehen, der aber von weitem nicht als solcher erkannt werden kann.

Ein Witterungsschutz der Fassaden aus Holzbrettern (Stülschalung) war eher für den Oberharz typisch und nicht für Goslar und den Unterharz. Wenn hier ein Witterungsschutz verwendet wurde, dann aus Schiefer oder Dachziegelsteinen.

Regionaltypisch wäre eine offen sichtbare Fachwerkkonstruktion gewesen, wie sie in Goslar und Umgebung oder in vergleichbaren Städten am Fuß des Harzes wie Seesen, Langelsheim, Bad Harzburg, Wernigerode, Ilsenburg und Nordhausen für Manufakturen oder Fabriken und letztlich auch bei der Alten Rammelsberger Sieb- und

Klaubeanlage verwendet wurde (s. Abb. 8.5.a).

Auch die historischen Oberharzer Gebäude sahen völlig anders aus als die Rammelsberger Aufbereitungsgebäude. Fassadenverbretterungen waren im Harz waagrecht und nicht wie bei Schupp und Kremmer senkrecht angeordnet. Sie waren auch nicht natürlich belassen beziehungsweise mit Karbolineum oder dunkelbrauner Holzlasur gestrichen, sondern hatten einen Farbanstrich. Dieser war nicht dunkelbraun, sondern hellgrau (s. Abb. 8.5.b). Die Verwendung von Naturstein war im gesamten Harz überhaupt nicht typisch, sondern höchstens bei öffentlichen Gebäuden aus dem späten 19. Jahrhundert. Weiße oder sehr hell gehaltene Erdgeschoßwände waren ebenfalls untypisch.

Insgesamt erinnert dieser Baustil mit seinen flachen giebelständigen



Abb. 8.5.a: Alte Sieb- und Klaubeanlage, Foto aus der Sammlung Heinrich Stöcker



Abb. 8.5.b: Traditionelle graue Harzer Bretterfassade der Marktkirche Clausthal, Foto aus wikipedia

Dächern, den oben dunkelbraunen und unten hellen Fassaden an Oberbayrische Bauernhöfe, nur dass der Maßstab verändert ist (s. Abb. 8.5.c). Mit dieser Architektur ließen sich große flächige Werkhallen besser überdachen als mit



Abb. 8.5.c: Bauernhof im Museum Tittlingen, Bayern, Foto von der Internetseite des Museums

den im Harz üblichen steilen Dächern, die so ausgelegt sind, dass auf ihnen der Schnee abrutschen kann.

Die Fassadengestaltung der bayerischen Bauernhöfe eignete sich auch besser für die großflächigen Aufbereitungsfassaden. Diese Anlehnung an

oberbayerisch-bäuerliche Traditionen bei Gebäuden anderer Bestimmungen ist in den 1930er und 1940er Jahren überall in Deutschland zu beobachten gewesen. Sie wurde besonders von der Gruppe der Architekten favorisiert, die der Stilrichtung des Heimatschutzbunds angehörten und war zum Beispiel typisch für HJ-Heime.

Mit der Anpassung der Aufbereitungsgebäude an die Topographie, mit der Verwendung von Holz und Naturstein für die Fassaden und mit der insgesamt zurückhaltenden Gestaltung mögen Schupp und Kremmer die Forderungen der Stadt Goslar und des Reichsnährstandes hinsichtlich der Anpassung an die Umgebung befriedigt haben. Von einer Anlehnung an Harzer Traditionen kann dagegen nicht die Rede sein. Für Industriegebäude gab es im Harz zwar Vorgänger wie beispielsweise die Erzaufbereitungsanlagen in Grund, Clausthal, Lautenthal, an denen sich Schupp und Kremmer hätten orientieren können, aber das passte nicht zum Zeitgeschmack. Und den Stil der Harzer Fachwerkwohn- und -landwirtschaftsgebäude wollten Schupp und Kremmer offensichtlich nicht als Vorbild nehmen.

Wiederum typisch für die Zeit um 1935 war, dass hier eine scheinbare Tradition unter Nutzung fremder Stile kreiert wurde. Im Harz ging diese Übertragung von Traditionen übrigens sogar soweit, dass mangels einheimischer Traditionen Trachten und Volksmusik aus anderen Teilen Deutschlands „importiert“ und als Harzer Tradition definiert wurden.

8.6 Auswirkungen der architektonischen Gestaltung auf die Verfahrenstechnik, den Betrieb und die Kosten

Schupp und Kremmer haben den gestalterischen Entwurf für den Rammelsberg nicht, wie Schupp in seinen Veröffentlichungen immer wieder betont hat und wie es in vielen später erschienenen Veröffentlichungen wiederholt wird, vor allem entsprechend der Verfahrenstechnik gestaltet. Die technischen Anforderungen sind vielfach unberücksichtigt geblieben.

Ein Beispiel dafür war die Einhaltung der strengen Symmetrie als ordnendes Element bei der Gestaltung des Gebäudekomplexes. Von der Förderwagenentladung auf der oberen Gebäudeetage bis zur Konzentratfilterung auf der Etage im Werkstraßenniveau und weiter über den Ehrenhof bis zum Haupteingang ist alles spiegelsymmetrisch angelegt worden. Selbst die links und rechts der Symmetrieachse liegenden Kugelmühlen mussten sich gegenläufig drehen (zwei links- und zwei rechtsläufig), was zur Notwendigkeit einer doppelten Ersatzteilkhaltung zwang und die Kosten erheblich erhöhte.

Bei der Seitenansicht musste die Gebäudeanordnung einer geraden Linie folgen. Das führte dazu, dass im oberen Bereich der Aufbereitung, in dem die Vor- und Mittelzerkleinerung untergebracht worden ist, die Generalneigung nicht ausreichte und Förderbänder das aufzubereitende Material zwischen den Nachbrechern und den Mühlenbunkern wieder aufwärts fördern mussten.

Im unteren Bereich, in dem die Flotation und die Eindicker untergebracht sind, war die treppenförmige übereinander-Anordnung der Gebäudeteile ebenfalls verfahrenstechnisch hinderlich. Dort wäre eine horizontale Anordnung sinnvoll gewesen, um zu vermeiden, dass die Erztrübe in den dort üblichen Kreisprozessen immer wieder gehoben werden muss. Die großen Hubhöhen erzeugten einen großen Energiebedarf und Verschleiß an den Pumpen und somit hohe Betriebskosten. Außerdem ist der Betrieb durch die verwendete Architektur sehr unübersichtlich geworden. Das erhöhte den Personalbedarf erheblich.

Ein anderes Beispiel ist die Gestaltung der Dächer. Sie sind giebelständig angeordnet und nicht wie in anderen vergleichbaren Aufbereitungsanlagen traufständig (s. Abb. 8.1.d). Das verstärkte zwar den symmetrischen Eindruck und war architektonisch genial aber für den Reparaturbetrieb unpraktisch. Im zentralen Bereich entstand eine technisch sinnlose große Deckenhöhe. In den Seitenbereichen reichte sie dagegen nicht aus, um die Flotationsrührwerke bei der Demontage senkrecht nach oben aus den Flotationszellen heraus heben zu können. Sie mussten dabei schräg gestellt werden, was diese Arbeiten erschwerte. Hätten die Dächer in den Seitenflügeln die technisch richtige Höhe bekommen, dann wären sie im Firstbereich noch höher geworden. Damit hätten die zentralen Dachbereiche aber die Fenster der oberhalb folgenden Etage teilweise verdeckt. Das wollten die Architekten jedoch vermeiden.

Sie setzten auch durch, dass zwischen dem etwas abseits stehenden Fördermaschinenhaus und dem zentral angeordneten Vorberechergebäude keine Gebäude die strenge Symmetrie störten. Außerdem sollte das Fördergerüst unbedingt vollständig zu sehen sein. Damit gab es keinen Witterungsschutz für die Hängebank und den größten Teil des Wagenumlaufs. Die Einwände, dass die dort arbeitenden Bergleute keinen Schutz vor Frost und Regen hätten und auch die Maschinen und Anlagen unnötig unter den Witterungseinflüssen leiden würden, ließen die Architekten nicht gelten.

Erst später, als der Frost schwere Schäden an der Schachtausmauerung verursacht hatte und damit die Sicherheit des Schachtes in Mitleidenschaft gezogen wurde, und besonders wegen Klagen der Belegschaft über die nicht zu akzeptierenden Arbeitsbedingungen, entschloss sich die Werkleitung, eine Einhausung zu bauen.

Die Architekten versuchten nachträglich, durch Nachbesserungen den einheitlichen Stil beizubehalten. Die Fassaden von Schachthalle und Wagenumlaufgebäude erhielten wie die anderen Gebäude eine dunkelbraune Verbretterung. Die innen liegenden Stahlbetonträger wurden in ihren Winkelbereichen so angepasst, dass der Innenraum eine zum Verlauf der Gleise axialsymmetrische Form bekam. Dafür sind mit Drahtgeflecht und Putz dreieckige Bauelemente in die Trägerzwinkel eingefügt worden, die allerdings keine baustatische Funktion haben. Ihre Oberfläche ist mit Abdrücken von

ungehobelten Brettern geformt worden, um den Anschein gegossener Betonträger zu erwecken. Das rief großes Erstaunen hervor, als dort bei Sanierungsvorbereitungen in den 1990er Jahren die Qualität der scheinbaren Betonträger untersucht werden sollte.

Ebenfalls ohne technische Begründung ist die überaus große Anzahl von Fenstern. Es gibt im Bereich vor den Mühlenbunkern sogar funktionslose Fenster. Sie sind aus gestalterischen Gründen dem Mauerwerk vorgeblendet worden, um nicht eine allzu große Fläche „blind“ lassen zu müssen. Der Aufwand für die Fensterwartung und -reparaturen und der damit verbundene finanzielle Aufwand waren unverhältnismäßig hoch.

Schließlich war es während des Bauablaufs zu den bei Projekten dieser Größe und dieses Termindrucks typischen Problemen gekommen. Es wurde gebaut wie geplant, auch wenn offensichtliche Planungsmängel bestanden. Beispielsweise war durch die Architekten keine Dachentwässerung vorgesehen worden. Bei den sehr großen Dachflächen fielen aber riesige Wassermengen an, für die weder Dachrinnen, noch Falleitungen oder eine gezielte Wasserabführung und -entsorgung vorgesehen waren.

Nach den ersten heftigen Regenfällen wurde der Mangel offenbar, ließ sich jedoch nicht auf einfachem Wege abstellen. Die Architekten hatten nämlich ein für die damalige Zeit innovativen Baustoff für die Dachkonstruktion gewählt: große Schaumbetonplatten.

Auf diese Platten war die Dachpappe aufgeschweißt. In Schaumbeton konnten aber keine Regenrinnenhalter geschraubt werden. Bergleute, die eigens dafür vom Grubenbetrieb abgestellt werden mussten, stemmten kleine quadratische Löcher in den Beton und passten Holzquader ein, in die dann geschraubt werden konnte.

Trotzdem erscheint es unvorstellbar, dass dieser komplizierte Gebäudekomplex innerhalb von nur einem Jahr geplant, entworfen und gebaut wurde. Am 1. Oktober 1936 war nicht nur der Bau vollendet, sondern fand bereits der Produktionsbeginn statt. Das war vor allem dem Umstand geschuldet, dass insgesamt gesehen das Verhältnis zwischen den Beteiligten trotz aller während der Bauzeit aufgetretenen Probleme gut blieb, besonders zwischen den Architekten, dem Bergwerksdirektor Bergrat Hast und dem Leiter des Bauprojekts Dr. Salau. Erstaunlich ist aus heutiger Sicht auch, dass trotz aller Finanzierungsprobleme bei der architektonischen Gestaltung nicht auf einen sparsameren Einsatz der Mittel Wert gelegt wurde. Das wiederum ist ein Zeichen für die Weitsicht und den guten Geschmack der Beteiligten.

9 Verfahrens- und anlagen-technische Gestaltung

Grundsätzlich stand bereits vor den eingehenderen Planungen fest, wie der prinzipielle Aufbau der Maschinen, Anlagen und Gebäude aussehen muss. Dafür gab es eine große Zahl von Vorbildern im In- und Ausland, die mit geringen Unterschieden alle gleich

aufgebaut waren. 1935 sind allein in den USA 290 Flotationsanlagen für die Erzaufbereitung gezählt worden. Eine derartige Erhebung für die ganze Welt ist nicht bekannt. Es könnte aber zur Bauzeit der Rammelsberger Anlage durchaus über doppelt so viele gegeben haben.

Dem internationalen Standard entsprechend sollte sich die Rammelsberger Anlage gliedern in Gebäude und Gebäudeteile für die

- Zuförderung des Roherz zum Aufbereitungsgebäude,
- Vorzerkleinerung auf die Größe von Schotter (maximale Kantenlänge 100 mm),
- Mittelzerkleinerung auf die Größe von Splitt (maximale Kantenlänge 25 mm),
- Mahlung auf hohe Feinheit (unter 0,04 mm),
- selektive Trennung durch Flotation, dadurch Konzentratherstellung,
- Eindickung,
- Entwässerung/Trocknung,
- Verladung, einschließlich Abtransport zu den Hütten und
- Deponie der Flotationsabgänge,

oder anders dargestellt in einen

- Zuförderteil (Schachthängebank mit Wagenumlauf),
- trockenmechanischen Teil (Grob- und Mittelzerkleinerung),
- nassmechanischen Teil (Kugelmühlen, Schüssel- und Rechenklassierer),
- flotativen Teil (Reagenziendosierer und Flotationszellen),

- entwässernden Teil (Eindicker und Vakuumfilter) und
- Abtransport- und Entsorgungsteil (U-Bahnhof und Pumpe zum Absetzteich) (s. Abb. 9.a)

Kraume hatte durch seine Versuche, die er im Rahmen seiner Dissertation und danach angestellt hatte, die Grundlagen für die verfahrenstechnische Detailplanung gelegt. Dazu gehörte vor allem,

- wie weit das Erz aufgemahlen,
- wie viel Erz in der Trübe aufgeschlämmt (Trübedichte),
- welcher pH-Wert eingestellt und
- welche chemischen Reagenzien in welcher Reihenfolge der Erztrübe zugesetzt

werden sollten. Daraus ergaben sich die Anzahl, die Größe und die Reihenfolge der Maschinen und Anlagen.

Kraume hatte auch ermittelt, welche Konzentratqualitäten und welches Metallausbringen erreicht werden sollten, um den Unterharzer Bergwerks- und Hüttenkomplex wirtschaftlich arbeiten lassen zu können. Daraus hatte Kraume gemeinsam mit den Konstrukteuren der Krupp-Grusonwerke eine betriebswirtschaftlich optimale Anlage entworfen.

Kraumes Versuche hatten insbesondere gezeigt, wie viel Zeit für die einzelnen Flotationsschritte vorzusehen ist. Den labormäßig ermittelten Zeitbedarf pro Flotationsschritt hatte Kraume umgerechnet in die Zahl der Flotationszellen. Er hatte auch die notwendige Kapazität der Eindicker und Filter berechnet, so dass sich der verfahrenstechnische Gesamtentwurf der Aufbereitungsanlage von Krupp/Gruson konstruieren ließ (s. Abb. 9.b).

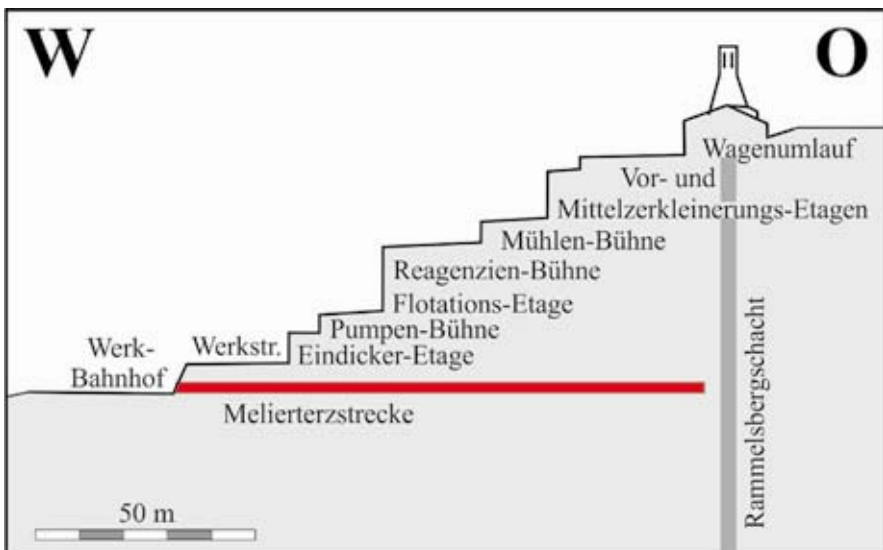


Abb. 9.a: Schnitt Aufbereitung

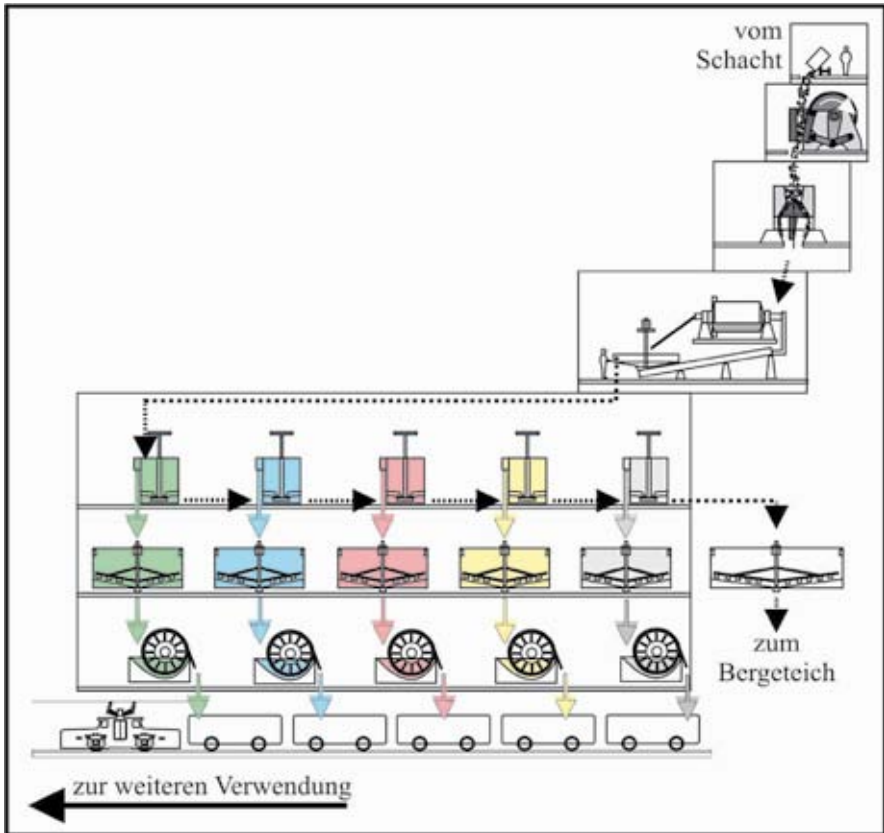


Abb. 9.b: Verfahrenstechnisches Gesamtschema

Dabei kamen ihm die Erfahrungen der Firma Krupp-Gruson zugute, die bei der Konstruktion und beim Bau derartiger Anlagen schon gewisse Erfahrungen gemacht hatte (s. Tab. 9). Außerdem konnte er sich bei der Planung der Flotationsmaschinen auf die Erfahrungen und Patente der MS stützen. Trotzdem bleibt es Kraumes Verdienst, der geistige Vater der Ram-melsberger Flotation gewesen zu sein.

Kraume hatte aber auch schon die Weiterentwicklung der Flotationsanlage nach deren Inbetriebnahme geplant,

beispielsweise die Zusammenschaltung der ursprünglich in vier Systemen parallel arbeitenden Flotationsmaschinen. Er untersuchte die Vorteile einer Hintereinanderschaltung der Maschinen mit labortechnischen Mitteln und setzte diese Idee in den folgenden Jahren in die Praxis um. Bis zu seinem Ausscheiden aus dem Erzbergwerk Ram-melsberg im Jahre 1948 konnte er noch einige seiner Ideen verwirklichen.

Dazu beigetragen hatte sein gutes Verhältnis zum bis 1945 amtierenden Bergwerksdirektor Bergrat a. D. Hast

Tabelle 9: Beispiel anderer bis 1935 von Krupp-Gruson gebauter Flotationsanlagen /PRE 1935/

Auftraggeber	Anzahl der Zellen	Durchsatz [t/h]	Aufgabebgut
PREUSSAG/Lautenthal	8	1	Zinkblendeschlamm
Glanzenberg I/Westfalen	14	4	Teich-Zinkschlämme
Glanzenberg I/Westfalen	28	7	Blei-Zink-Roherz
Outokumpu/Finnland	40	10	Kupferkies und Pyrit
Savvoff/Sofia/Bulgarien	16	3	Blei- und Zinkerz, Pyrit
Phönix/Baja Mare	32	2	Blei-Zink-Roherz mit Pyrit
Giesches Erben/Bleyscharley	16	2	Blei-Zinkschlämme
Brixlegg/Tirol		11	Fahlerz und Schwerspat?
Brad/Rumänien	14	2	pyritisches Gold-Silbererz

beziehungsweise zu Hans Hermann von Scotti, der Hast während des Zweiten Weltkriegs einige Jahre vertrat. Hast leitete in dieser Zeit die PREUSSAG-Betriebe in Jugoslawien. Nach 1945 wurde Kraume selber Direktor des Erzbergwerks Rammelsberg. Er konnte in dieser Zeit der Weiterentwicklung der Aufbereitungsanlage wichtige Impulse geben.

Sein Nachfolger Ernst Krause (1948 bis 1964, sein Vertreter für Aufbereitung wurde Martin Clement) legte den Schwerpunkt mehr auf die Weiterentwicklung des Untertagebereichs. 1957 kam Eberhard Klössel zum Rammelsberg, nachdem er bereits seit 1956 für die LURGI in Bad Grund gearbeitet hatte, und setzte die Forschungen Kraumes fort. Er hat besonders das Verhältnis von Metallausbringen und Konzentratqualität mit Hilfe statistischer Berechnungen optimiert. 1975 bis 1982 wurde er selber Bergwerksdirektor des Erzbergwerks Rammelsberg.

Bis zu seinem Ausscheiden im Jahre 1982 entwickelte er die Aufbereitungsanlagen Rammelsberg und Bollrich zu einem weltweit vorbildlichen System, das danach bis zur Betriebsschließung im Jahre 1988 in nahezu unveränderter Form sehr erfolgreich weiter lief. /KLS 1982/

9.1. Schrägaufzug

Die Zugänglichkeit zu den Aufbereitungsetagen stellte eine wichtige betriebstechnische und gestalterische Aufgabe dar. Von 1936 bis 1938 mussten die Erze von der Werkstraße hinauf bis in die Wagenumlaufebene gehoben werden, denn der Rammelsbergschacht wurde erst am 15. Januar 1938 fertiggestellt (s. Abb. 9.1.a). Der Zugang vom Schrägaufzug zum Wagenumlauf besteht noch heute. Auf diesem Wege gelangten in den ersten Jahren bis zur Fertigstellung des Rammelsbergschachts die erzgefüllten Förderwagen aus der Grube in die Aufbereitung.

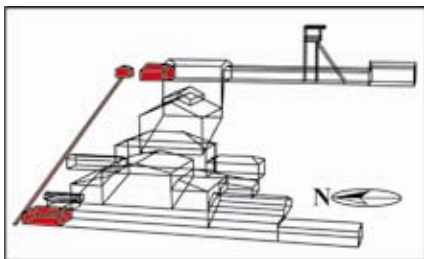


Abb. 9.1.a: Schrägaufzug, Lageskizze

Zusätzlich mussten die zum Teil sehr schweren Einzelteile in die verschiedenen Etagen der Aufbereitungsanlage gebracht werden. Bei ebenerdig angelegten Gebäudehallen wäre das mit Fahrzeugen und Hallenkränen möglich gewesen. Bei vertikal übereinander angeordneten Etagen hätte ein Schwerlastaufzug gebaut werden müssen. Im Fall der Rammelberger Anlage ließen



Abb. 9.1.b: Schrägaufzug Rammelberg, Foto U. Kammer 2008

sich keine Straßen zu den einzelnen Etagen bauen. Deshalb ist der Schrägaufzug angelegt worden (s. Abb. 9.1.b)

In anderen ähnlichen Aufbereitungsanlagen sind die Schrägaufzüge gewöhnlich innen in die Gebäude integriert worden (s. Abb. 9.1.c), zum Teil zentral. Dadurch ergeben sich drei wesentliche Vorteile. Die Entfernungen zwischen Aufzug und den Maschinen und Anlagen sind kurz. Es werden nicht auf jeder Etage große Tore benötigt. Der Aufzug ist einschließlich seiner Haltepunkte vor Witterungseinflüssen geschützt. Nachteilig wirkt sich dabei aus, dass die Gebäude entsprechend größer gebaut werden müssen.



Abb. 9.1.c: Schrägaufzug Britannia Beach, Foto von der Internetseite des Museums Britannia Beach, Kanada

Die Architekten haben sich für eine offene Konstruktion ohne Witterungsschutz entschieden. Die Witterungs-

probleme waren nicht allzu gravierend, so dass der Betrieb weitgehend reibungslos verlief. Allerdings musste die hölzerne Plattform des Aufzugswagens regelmäßig erneuert werden. Nur der Aufzugshaspel und der Führerstand des Haspels haben eine Einhausung erhalten. Bis in die 1960er Jahre durften mit dem Schrägaufzug keine Personen mitfahren. Ab 1972 wurde ein kleiner Gabelstapler angeschafft, der mit dem Schrägaufzug transportiert werden konnte.

Die Bedienung des Haspels weist eine Besonderheit auf. Die Werkleitung achtete immer darauf, möglichst auch den durch Arbeitsunfälle geschädigten Belegschaftsmitgliedern Arbeitsmöglichkeiten zu geben. Der Führerstand ist so modifiziert worden, dass er auch von einem einarmigen Führer bedient werden konnte.

Architektonisch gesehen zieht die Trasse des Aufzugsgleises gewissermaßen einen Trennungsstrich zwischen den Gebäuden der Neuen Aufbereitung und den nördlich anschließenden Gebäuden aus der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg.

9.2 Hängebank Rammelsberg-schacht und Wagonumlauf

Der Schachtansatzpunkt war so gelegt worden, dass er sowohl den geometrischen als auch den fördertechnischen Anforderungen genügte. Er verlief im Liegenden des Erzlagers, so dass die abbaubedingten Gebirgsbewegungen keinen Einfluss auf die Standsicherheit des Schachtes hatten. Dadurch wurden seine Streckenlängen zu den Erzabbau Punkten der unteren Abbausohlen länger. Aber mit Hinsicht auf die neu eingeführte Streckenfördertechnik mit Dieselloks war das vertretbar (s. Abb. 9.2.a).

Die Lage seiner Öffnung nach über-tage war so gewählt worden, dass sie sich 42 m über der Werkstraße beziehungsweise 47 m über dem Niveau des Gelenbecker Stollens befindet (s. Abb. 9.2.b). Dadurch konnte die Hanglage für die zu bauende Aufbereitungsanlage genutzt werden. Eine gesonderte Aufwärtsförderung vom Schacht zu den Brechereinläufen, wie es bei einer horizontal angeordneten Aufbereitungsanlage notwendig gewesen wäre, unnötig (vgl. Kap. 8.1., s. Abb. 8.1.f).

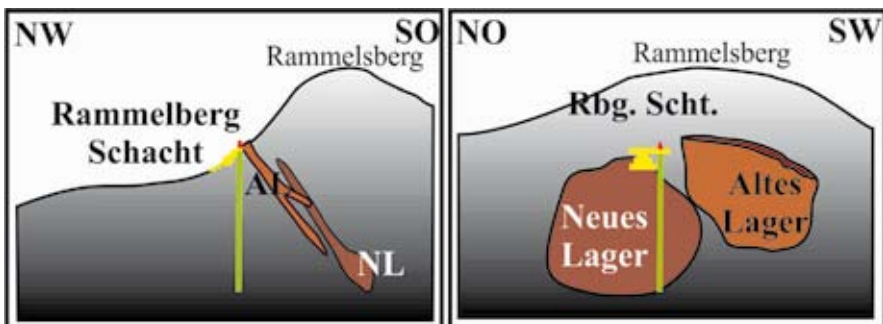


Abb. 9.2.a: Schnitt Rammelsberg Schacht und Lagerstätte

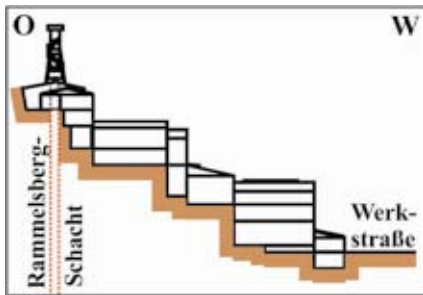


Abb. 9.2.b: Schnitt Rammelsberg Schacht und Hangsituation

Das Höhenniveau der obersten Etage des Erzaufbereitungsgebäudes entspricht der geodätischen Höhe, bei der der Schacht seine obere Hängebank hat. Südlich vom Schacht steht nur das

Fördermaschinenhaus (s. Abb. 9.2.c und d). Im Schacht liefen zwei Förderkörbe, auf denen jeweils zwei Förderwagen Platz fanden. Eine Skipförderung war diskutiert aber letzten Endes nicht realisiert worden. Ihr Vorteil wäre ein geringerer Personalbedarf gewesen. Demgegenüber stand ihre größere Bauhöhe in der untertägigen Beladeanlage und in der übertägigen Entladeanlage. Außerdem stand der Schacht zu weit entfernt vom Vorbrechergebäude, als dass das Erz ohne Zwischenfördereinrichtung von der Skipentladung zu den Brechern hätte gelangen können. Die Förderwagen boten dagegen ohne Schwierigkeiten die Möglichkeit zur Überwindung des Abstandes.



Abb. 9.2.c: Granbykipphalle, Hängebank und Fördermaschinenhaus, Foto U. Kammer 2008

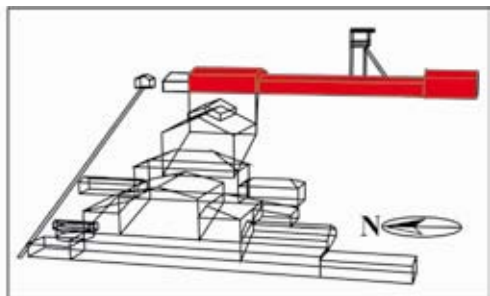
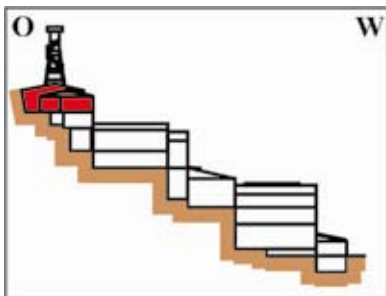


Abb. 9.2.d: Lageskizze Granbykipphalle, Hängebank und Fördermaschinenhaus

Auf der oberen Aufbereitungsetage ist ein Wagonumlauf eingerichtet worden, auf der die Förderwagen vom Schacht zu den Trichtern der Vorbrecher geschoben wurden. Bei den Förderwagen handelte es sich dem damaligen Stand der Technik entsprechend um Muldenwagen ohne eigene Kippvorrichtung. Ihr Vorteil war ihre kompakte Bauform, ihr Nachteil die Notwendigkeit einer gesonderten Entladevorrichtung. Benutzt wurden dafür sogenannte Kreiselwipper, die über den Einlauftrichtern der Vorbrecher standen (s. Abb. 9.2.e).



Abb. 9.2.e: Kreiselwipper, Foto aus der Grube Drei Krohnen und Ehr, Elbingerode

Die Förderwagen wurden von Hand in den Wipper geschoben, so gedreht, dass ihre Muldenöffnung nach unten zeigt und damit der Wagen entleert wird. Wagen, die sich damit nicht entleeren ließen, sollten mit einer Wagenreinigungsanlage gesäubert werden. Sie befand sich nördlich des Gebäudes im Freien. Sie bewährte sich allerdings nicht. Der zugehörige Bunker setzte sich schnell zu. Er wurde daraufhin mit einer Stahlplatte verschlossen.

Anfang der 1950er Jahre hatten diese Entladevorrichtungen ihre Verschleißgrenze erreicht und eine Neuanschaffung war billiger als eine Reparatur. Sie wurden durch die weniger aufwendigen Mönnighoff-Segment-Kipper ersetzt. Der erste Segment-Kipper ist 1952 eingebaut worden.

Aus Gründen der Personaleinsparung ist 1953 eine neue automatische Waage im Wagonumlauf installiert worden, die die Lademenge der vollen Förderwagen ermittelte (s. Abb. 9.2.f).

Ebenfalls der Personaleinsparung diente die Umstellung von den starren Förderwagen auf selbst entladenden Granbywagen. Es handelte sich dabei um Einseitenmaulkipper, die sich gut für den rauen Untertage-Betrieb eigneten. Krause hatte eine modifizierte Bauform für die Schachtförderung bauen lassen. Die Bauform war höher und schmaler gewählt worden als bei den untertage üblichen Wagen, so dass zwei Wagen mit jeweils einem Kubikmeter Fassungsvermögen (entspricht ungefähr 2,7 t) auf den Förderkorb passten und damit die Leistungsfähig-



Abb. 9.2.f: Waage Wagenumlauf, Foto 2012

keit der Schachtförderanlage optimal auslasteten.

Die Granbywagen liefen dabei an einem seitlich des Gleises angeordneten Kippbock vorbei. Ein seitlich an der kastenförmigen Lademulde angebrachter Arm wurde dabei angehoben und kippte die Lademulde zur Seite, die sich dabei entleerte (s. Abb. 9.2.g). Personal wurde dafür nicht mehr benötigt. Die Kraft für das Entladen brachte normalerweise eine Lok auf, die den



Abb. 9.2.g: Granby-Wagen in Kippstellung, Foto Stefan Dützer 2010



Abb. 9.2.h: Granby-Wagen auf Kettenziehvorrichtung, Foto Stefan Dützer 2010

Wagen zog. Hier wurde stattdessen über den Brechertrichtern jeweils eine Kettenziehvorrichtung gebaut, die sich in Gang setzte, wenn der Spurkranz des Granbywagens über einen Schalter fuhr (s. Abb. 9.2.h).

Durch einen leicht geneigten Gleisverlauf liefen die Granbywagen selbsttätig vom Schacht zu den Kippböcken über den Einlaufrichtern der Backenbrecher. Eine weitere nach den Bre-

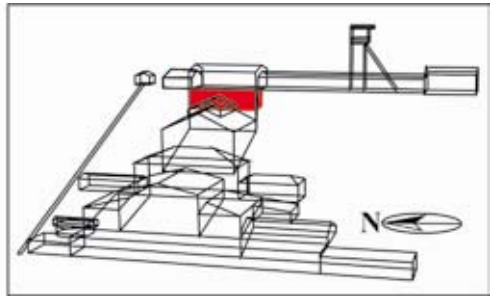
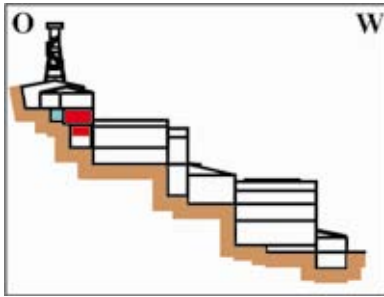


Abb. 9.3.a: Vorbrecheretage, Lageskizze

chereinläufen angeordnete Kettenzugvorrichtung erfasste die leeren Wagen und zog sie eine kurze Steigung hinauf, so dass sie von dort wiederum selbsttätig zum Schacht zurück rollen konnten. Die erste Granbykippstelle des Wagenumschlags ging 1961 in Betrieb. Ab 1962 gab es im Wagenumschlag nur noch Granbykippstellen. /KLS 1984/

9.3 Vorbrecheretage

Unmittelbar unter der Etage des Wagenumschlags folgte die Vorbrecheretage (s. Abb. 9.3.a). Vom Betriebsbeginn bis zur Betriebseinstellung sind dort drei Backenbrecher (Hersteller Krupp, Durchsatzleistung 50 t/h) ver-

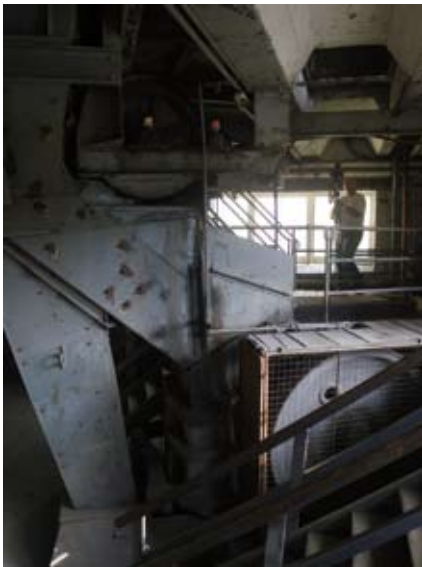


Abb. 9.3.b: Backenbrecher, im Bild Thomas Liebisch, Foto 2012



Abb. 9.3.c: Brechermaul und Kettenbeschicker, Foto 2012

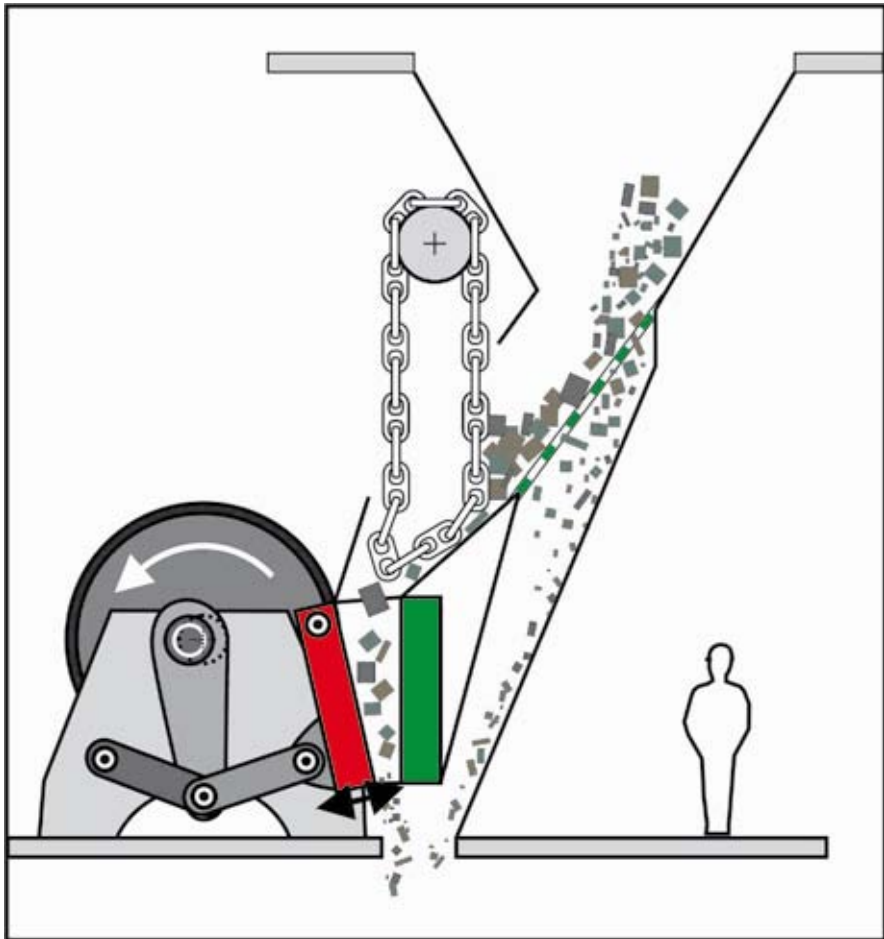


Abb. 9.3.d: Kettenbeschicker, Stangenrost und Bypass, Prinzipskizze

wendet worden, die noch heute zu besichtigen sind (s. Abb. 9.3.b).

Backenbrecher können bei plötzlicher übermäßiger Beschickung, wie es beim Entleeren von Förderwagen der Fall ist, nicht optimal arbeiten. Deshalb wurde vor die Brechereinläufe ein Kettenbeschicker (Hersteller Ross) gebaut (s. Abb. 9.3.c). Die Antriebsgeschwindigkeit der Ketten war so gewählt worden,

dass auch bei zu starker Beschickung ein gleichmäßiger, der Brecherleistung angepasster Volumenstrom entsteht. Wurden die Kettenantriebe angehalten, dann hielten die Ketten die weitere Erzzufuhr zum Brecher auf.

Die Effektivität von Backenbrechern hängt auch davon ab, ob das aufzugebene Brechgut die vorgesehene Korngröße hat. Zu große Haufwerkstücke können

ten sich im Brechermaul verklemmen. Sie mussten dann gesondert zerkleinert werden. Das geschah mit Druckluft-hämmern oder in einem gesonderten Raum mit Sprengstoff.

Zu kleinkörniges Brechgut, das im Vorebrecher nicht mehr zerkleinert werden brauchte, behinderte den Brechvorgang der größeren Haufwerksstücke. Es wurde mit einem vor jedem Brecher 1962 eingebauten Stangenrost abgesiebt und durch eine Schurre (bypass) am Brecher vorbei geführt (s. Abb. 5.2.a, vgl. Kap. 5.2., s. Abb. 9.3.d). /KLS 1984/

Auf der Vorebrecheretage befinden sich bergseitig große Brauchwasservorratsbehälter. Im nördlichen Bereich des Vorebrechergebäudes sind Büroräume und ein Treppenhaus untergebracht.

9.4 Mittelzerkleinerungsgebäude

Von den drei Backenbrechern fiel das vorgebrochene Erz in Zwischenbunker, die ein Fassungsvermögen von 300 t hatten (s. Abb. 9.4.a). Mit ihnen soll-

ten kleinere Ungleichmäßigkeiten der Erzförderung ausgeglichen werden. / KLS 1984/

Aus diesen Bunkern ist das Erz mit Schubwagenspeisern abgezogen worden. Humboldt-Merz-Siebe trennten den Förderstrom in eine Kornfraktion, die noch weiter zerkleinert werden musste, und eine Fraktion, die schon das gewünschte Maß von bis zu 25 mm Kornkantenlänge hatte. 1952/53 ist das erste der Merz-Siebe im Rahmen des Umbaus der Mittelzerkleinerungsanlage durch ein Krupp-Kreisschwingsieb ersetzt worden. 1955 sind die anderen beiden Merz-Siebe ebenfalls durch Krupp-Kreisschwingsiebe ausgewechselt worden. Die Krupp-Siebe sind bis heute erhalten geblieben (s. Abb. 9.4.b, vgl. Kap. 5.2.). /KLS 1984/

Die abgesiebte gröbere Fraktion wurde auf zwei parallel angeordnete Klau-bebänder gegeben, auf denen ursprünglich die Blei-Zinkerze sortiert, später dann aber nur noch Holz- und Eisenteile herausgelesen wurden. Es handelt sich dabei um die beiden nördlichen Bänder. Das südliche gab es ursprünglich

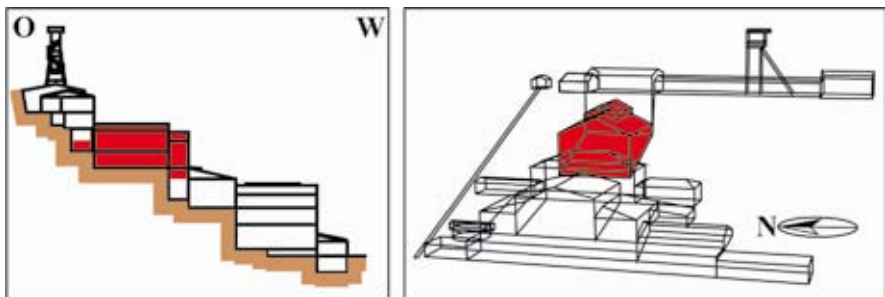


Abb. 9.4.a: Mittelzerkleinerungsgebäude, Raum für Abzüge unter den Zwischenbunkern und Mühlenbunker, Lageskizze



**Abb. 9.4.b: Krupp-Kreisschwingsiebe,
Foto 2012**

noch nicht. Stattdessen standen dort ein Trommelsieb, ein Esch-Walzenbrecher und ein anderes Klaubeband für die Melierterzsartierung.

1955 sind magnetische Umlenktrummeln und Eisenspürgeräte eingebaut worden, um das Aussortieren von Eisen- und Stahlteilen zu optimieren. Die Klaubebänder stehen auf einer



9.4.c: Symons-Kegelbrecher, Foto 2012

Zwischenetage, die nicht die gesamte Fläche dieses Gebäudeteils einnimmt. Unter der Klaube-Etage befindet sich die eigentliche Mittelzerkleinerungs-Etage mit drei Kegelbrechern.

Die Mittelzerkleinerung der Blei-Zinkerze erfolgte mit Symons-Kegelbrechern, die ursprünglich über den Bunkern gestanden haben. Sie sind 1952/53 zu ihrem heutigen Standort unter den Abwurftrummeln der Klaubebänder versetzt worden (s. Abb. 9.4.c und 5.1.c).

Die Kegelbrecher stehen auf einer Stahlträgerkonstruktion, so dass eine ausreichende Höhe unter dem Brecherausrag für je einen darunter installierten Gurtbandförderer entstanden ist. Diese Gurtbandförderer bringen das gebrochene Material hinauf zu den Mühlenbunkern. 1952 hatten die Vorarbeiten für den Umbau Mittelzerkleinerung begonnen. Gleichzeitig ist die Melierterzanlage demontiert und durch ein drittes System, bestehend aus Kreisschwingsieb, Klaubeband und Symons-Kegelbrecher ersetzt worden, so dass drei gleichartige Mittelzerkleinerungssysteme entstanden sind.

Über den Mühlenbunkern befindet sich ein quer angeordneter horizontaler Gurtbandförderer. Seine Förderrichtung ließ sich umkehren. Außerdem konnte das Band von Hand hin und her gefahren und damit die vier darunter befindlichen Mühlenbunker gezielt beschickt werden. Sie haben ein Fassungsvermögen, das so bemessen ist, dass die Mühlen ungefähr einen Tag

versorgt werden konnten, ohne dass die Grube Erz fördert.

Zwischen den südlichen und nördlichen Mühlenbunkern führt eine Treppe von der Mittelzerkleinerungsetage zur Mühlenbühne. Eine andere Treppe führt von der Mittelzerkleinerungsetage hinauf zur Vorzerkleinerung. In diesem Treppenhaus befindet sich die ursprüngliche Staubfilteranlage, um die die Treppe herum geführt wurde. Es handelt sich um einen Textilschlauchfilter der Firma Beth (s. Abb. 5.2.o, vgl. Kap. 5.2). Der abgeschiedene Staub ist mit einem Schneckenförderer dem Förderstrom wieder zugeetzt worden. 1954 sind zwei zusätzliche Beth-Fliehkraft-Stauabscheider (Zyklonfilter) eingebaut worden (s. Abb. 5.2.q). Sie befinden sich an der südlichen Wand des Mittelzerkleinerungsgebäudes und hatten Luftabführungsrohre durch das Dach hindurch ins Freie.

Die Symonskegelbrecher haben die Eigenschaft, zu „brikettieren“. Das bedeutet, dass sie verstopfen, wenn sie zu nasses Erz verarbeiten sollen. Deshalb ist 1965 zusätzlich ein Schlag-Prallbrecher zwischen die beiden süd-

lichen Kegelbrecher gestellt worden (vgl. Kap. 5.1.).

Von den beiden südlichen Klaubebändern konnte der Förderstrom wahlweise zu den nachgeschalteten Kegelbrechern geleitet werden oder, wenn zu nasses Erz von der Grube geliefert wurde, zum Schlag-Prallbrecher. Er steht unmittelbar auf dem Betonboden dieses Gebäudes. Direkt daneben führt das ehemalige Melierterzrolloch hinab zum U-Bahnhof. Das vom Schlag-Prallbrecher zerkleinerte Material ist in der Flotationsanlage Bollrich weiter aufbereitet worden.

9.5 Mühlenetage

Unterhalb der Mühlenbunker schließt sich der Gebäudeteil an, in dem die Maschinen und Anlagen der Mahlung untergebracht worden sind (s. Abb. 9.5.a). Er gliedert sich von oben nach unten in

- die Räume unmittelbar senkrecht unter den Bunkern mit den Bunkerabzugsanlagen und den Dosierbandwaagen für die Mühlenbeschickung,
- die eigentliche Mühlenetage mit einer eigenen podestähnlichen Holz-

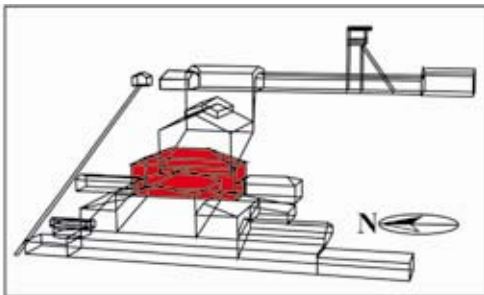
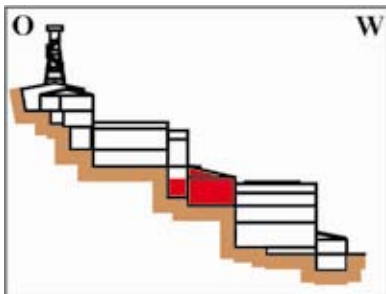


Abb. 9.5.a: Mühlenetage, Lageskizze

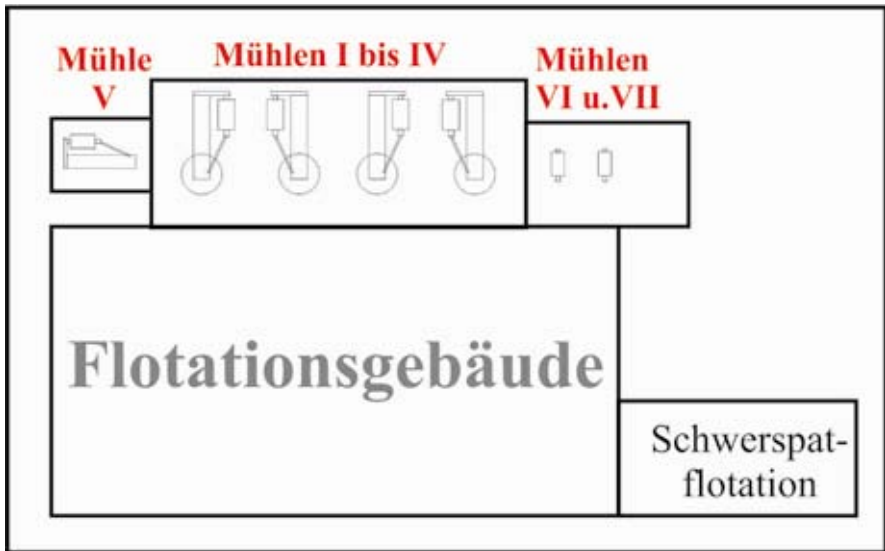


Abb. 9.5.b: Draufsicht (Riss) Mühlenbühne mit den Mühlen I bis VII

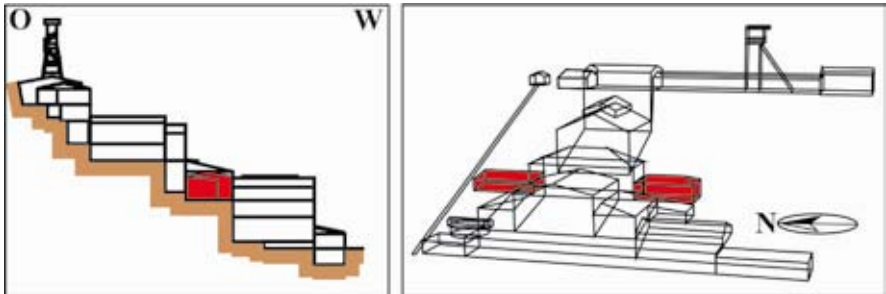


Abb. 9.5.c: Lageskizze Anbauten für Mühle V und für die Mühlen VI und VII

bühne für den Zugang zu den Mühlen und Rechenklassieren,

- den nördlichen Anbau für die Mühle V und
- den südlichen Anbau für die Mühlen VI und VII.

Im oberen Bereich unmittelbar unter den Mühlenbunker befinden sich die vier großen Kugelmühlen I, II, III und IV (Firma Krupp) mit jeweils einem

Schüssel- und Rechenklassierer (Firma Dörr, s. Abb. 9.5.b und c). Sie übernahmen die Mahlung des mittelzerkleinerten Erzes. Das fertig gemahlene Erz ist als Trübe vom Überlauf der Schüsselklassierer durch Schläuche und Rohre zu einem zentralen Behälter geleitet worden, der aber bereits eine Etage tiefer in der Mitte der Flotationsebene an der Ostwand steht. Es handelt sich dabei um einen Stahlbottich (s. Abb. 9.5.d).



Abb. 9.5.d: Foto Trübesammelbehälter nach den Schüsselklassierern, im Bild Stefan Dützer, Foto 2012

Zwischen Mühle I und Mühle II sowie zwischen Mühle III und Mühle IV befinden sich im Betonfußboden eingelassene und mit Stahlblechen abgedeckte Auffangbecken, die im Falle des Überlaufens der Klassierer oder Mühlen das Wasser beziehungsweise die Trübe sammeln sollten. Sie sind aber nicht benötigt worden.

1942 ist im Norden der Gebäudeteil an die Mühlenbühne angebaut worden, in dem eine fünfte Mühle einschließlich eines Rechenklassierers aufgestellt wurde. Seit 1951 ist Mühle V dauerhaft für die Nachmahlung in der Zinkstufe eingesetzt worden. Sie hat 1951 statt des Rechenklassierers den heute noch dort zu besichtigenden Zyklon erhalten (s. Abb. 5.2.g). /KRA 1954/

1955 ist im Süden der Gebäudeteil an die Mühlenbühne angebaut worden, in dem die sechste und siebente Mühle aufgestellt wurde für die Nachmahlung in der Bleistufe und in der Pyrit-Mittelproduktstufe (s. Abb. 9.5.c).

Die Beschickung der Mühlen I bis IV aus den Bunkern erfolgte ursprünglich mit einem Plattenband und einem Kippgefäß.

Der Volumenstrom wurde bemessen, indem mit einer Stoppuhr die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Gefäßfüllungen gemessen wurde. Für diese Arbeit waren zwei Arbeiter vorgesehen.

1964 ist zur Arbeitsrationalisierung eine Dosierbandwaage für Mühle III eingebaut und damit die Mühlenbeschickung automatisiert worden. 1965 erhielten auch die übrigen Mühlen der Hauptmahlung Dosierbandwaagen (s. Abb. 9.5.e). /KLS 1984/



Abb. 9.5.e: Astrid Dützer an der Dosierbandwaage, Foto 2012

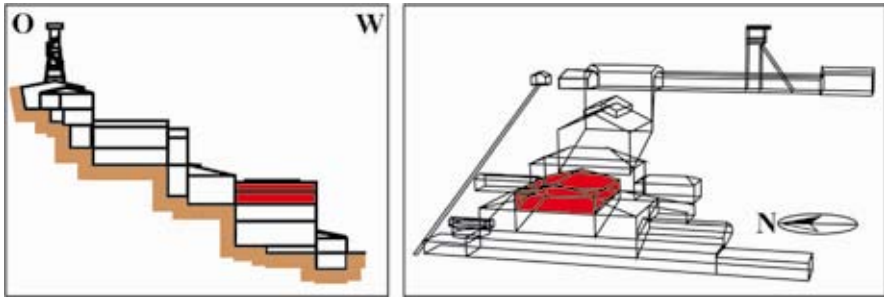


Abb. 9.6.a: Reagenzienbühne, Lageskizze

9.6. Reagenzienbühne

Im selben Höhenniveau wie die Mühlenbühne befindet sich die Reagenzienbühne (s. Abb. 9.6.a). Dort wurde die Reagenzienzubereitung in großen Stahlblechbehältern vorgenommen. 1954 wurde die Reagenzienverteilung zentralisiert, wie es bereits zuvor in der Anlage Bollrich der Fall war. Bis dahin

mussten die Reagenzien noch umständlich in die einzelnen Flotationsmaschinen gegeben werden.

1978 wurde eine 3 m³-Zelle als Konditionierungszelle auf die Reagenzienbühne gestellt. Darin ist die Trübe vorgemischt worden. Sie ist dafür aus dem Sammelbehälter auf der Flotationsebene hinauf gepumpt und dann



Abb. 9.6.b: Becherschöpfwerk-Dosierer, im Bild Stefan Dützer, Foto 2012

von der Konditionierzelle in zwei Trübeverteiler geleitet worden, von denen die Flotationsmaschinen versorgt wurden.

Die Stahlblechbehälter waren im Laufe der Zeit durchgerostet. Sie sind durch glasfaserverstärkte Plastikbehälter ersetzt worden (s. Abb. 9.6.d). Diese Behälter haben sich nicht bis heute erhalten.

Der Boden der Reagenzienbühne war mit säurefesten Keramikfliesen ausgelegt. 1974 war der Betonboden der Reagenzienbühne stark zersetzt und musste teilweise entfernt und neu vergossen werden. /KLS 1984/ Die demontierten Becher-Dosiermaschinen befinden sich zurzeit im südlichen Anbau der Mühlenbühne (s. Abb. 9.6.b).

9.7 Flotationsetage

Unterhalb der Mühlenetage und Reagenzienbühne schließt die Flotationsetage an (s. Abb. 9.7.a). Dazwischen befindet sich eine zentral angeordnete Holzterrasse, an der sich der Behälter für die Sammlung der Trübe aus den Schlüsselklassierern befindet. In der

Flotationsetage standen ursprünglich zehn symmetrisch angeordnete Flotationsmaschinen, fünf im nördlichen und fünf im südlichen Teil (s. Abb. 10).

Geliefert wurden sie von der Firma Minerals Separation London Ltd., obwohl fast alle anderen Maschinen von Krupp kamen (s. Abb.5.5.d und 5.5.e, vgl. Kap. 5.5.). Das lag an patentrechtlichen Gründen. Die Flotationsmaschinen wurden, nachdem sie mehr als zwanzig Jahre ihren Dienst getan hatten, Stück für Stück durch die mittlerweile weiterentwickelten Zellen vom Typ Fahrenwald-Denver, hauptsächlich gebaut von Krupp/Rheinhausen, ersetzt (vgl. Kap. 10.1.).

1956 sind zwei zusätzliche Flotationsmaschinen für die Pyritkonzentraterstellung dazu gekommen, so dass sich jeweils sechs Maschinen auf jeder Seite befanden. Die neuen Maschinen standen an der Fensterfront im westlichen Gebäudeteil. An dieser Anordnung ist trotz der Modernisierungen bis zur Betriebsschließung grundsätzlich nichts geändert worden, obwohl die prozesstechnische Hintereinander-Schaltung oft geändert wurde (vgl. Kap. 10.1.3.).

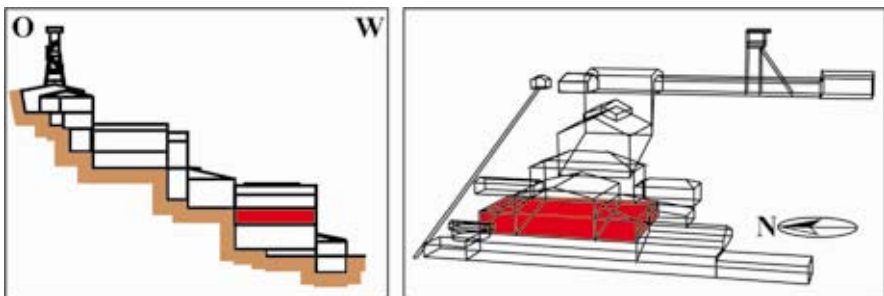


Abb. 9.7.a: Flotationsebene, Lageskizze

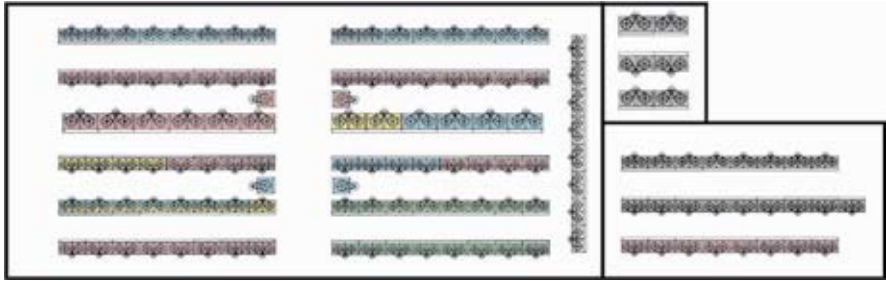


Abb. 9.7.b: Flotationsmaschinen 1972, Schema der Aufstellung

Die Flotationsmaschinen hatten betriebliche Bezeichnungen, die ursprünglich aus dem hergestellten Produkt und der Ziffer des Systems bestand. Das Produkt konnte ein Konzentrat oder ein Zwischenprodukt sein. Cu stand für Kupfer, Pb für Blei, Zn für Zink, Fe für Pyrit und BaSO_4 für Schwerspat. Ursprünglich gab es vier Systeme, so dass es im System 1 die Maschinen Pb1 und Zn1, im System 2 die Maschinen Zn2 und Pb2 und so weiter gab. Die ursprünglich nur zwei Pyritmaschinen sind mit Fe1 und Fe2 bezeichnet worden. In den folgenden Jahrzehnten wurden viele Änderungen vorgenommen aber das Prinzip dieser Bezeichnungen beibehalten.

In den 1960er und 1970er Jahren sind Einzelzellen mit jeweils drei Kubikmeter Inhalt zwischen die Flotationsmaschinen gestellt worden (vgl. Kap. 10.7., s. Abb. 9.7.b). Sie dienten der Nachreinigung. Die Quermaschine diente als Reservemaschine und für Versuche.

1969 ist die Flotationsbühne nach Süden erweitert worden, um dort eine weitere Flotationsmaschine aufzustellen. Sie hatte zwölf Zellen mit jeweils

3 m^3 Inhalt, allerdings nicht in einer Reihe angeordnet, sondern in drei parallelen Reihen á vier Zellen (vgl. Abb. 10.7.f).

9.8 Pumpenbühne

In der Flotationsanlage Bollrich war bereits 1954 eine Bedienungsbühne über den Eindickern eingezogen worden. /KLS 1984/ 1975 hat auch die Rammelsberger Anlage eine entsprechende Bühne erhalten, die heutige Pumpenbühne (s. Abb. 9.8.a). Über sie waren die Krählerwerke der Eindicker besser zu erreichen als zuvor (s. Abb. 9.8.b). Die Entscheidung für diesen Neubau war aber vor allem deshalb gefallen, weil ein Standort für die Pumpen gebraucht wurde. Sie hatten die Aufgabe, die Erztrübe von den Flotationsmaschinen zu den Eindickern und von den Flotationsmaschinen zu den Zyklonen und von dort zur nächsten Aufbereitungsstufe zu pumpen (s. Abb. 9.8.b).

Zwischen Flotationszellen und Fußboden war kaum genügend Platz, besonders bei den später eingeführten größeren Zellen. Es musste deshalb ein anderer Platz für die Pumpen gefunden werden. Die Pumpen dicht unter

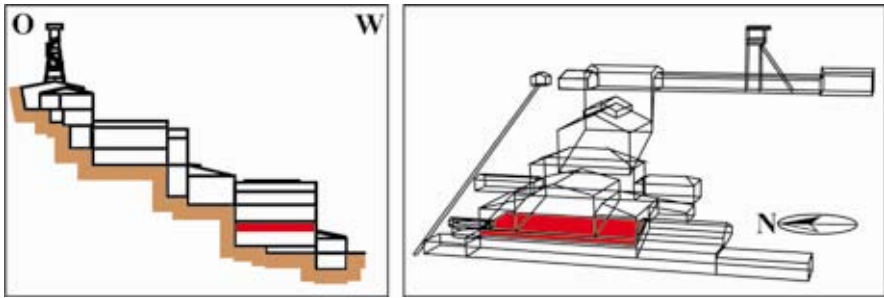


Abb. 9.8.a: Pumpenbühne, Lageskizze

die Zellen zu stellen, wäre ungünstig gewesen, denn dadurch wären Rohrkrümmer mit kleinem Biegeradius notwendig gewesen. Sie würden einen unnötig hohen Strömungswiderstand erzeugen und durch den in der Trübe mitgeführten Feststoffanteil zu schnell

verschleien. Besser waren gerade Rohre oder Rohrkrümmer mit großen Radien. Das ließ sich aber in der Flotationsebene nicht einrichten.

Die Pumpenbühne unterscheidet sich wesentlich von den anderen Bühnen



Abb. 9.8.b: Plungerpumpe und Krählerwerksantrieb auf der Pumpenbühne, Foto 2012

und Etagen, die aus Stahlbeton bestehen. Als tragende Bauelemente sind schwere Stahlträger horizontal in das bergseitig anstehende Gebirge eingepasst worden. Auf den Stahlträgern liegen Lichtgitterroste als Lauffläche. Konstruiert und gebaut wurde die Pumpenbühne durch Mitarbeiter des Bergwerks. Sowohl mit der konstruktiven Vorbereitung als auch mit der Leitung der Bauausführung hatte Bergwerksdirektor Klössel den damaligen Fahrsteiger Stöcker (später Obersteiger und Grubenbetriebsführer) betraut.

Von der Pumpenbühne gibt es einen Zugang zu den im südlichen Gebäudeteil angeordneten Betriebslaboren und zum südlich anschließenden Anbau für die Schwerspateflotation.

Heute ist auf Teilen der Pumpenebene die Ausstellung über die Mineralogie/Geologie des Rammelsbergs untergebracht.

9.9 Eindicker-und Filteretage

Auf dem Höhenniveau der Werkstraße befindet sich die Eindicker-und Filteretage (s. Abb. 9.9.a und 5.2.j).

Ursprünglich hatte sie nur die Breite der Flotationsebene. Der südliche Anbau für die Schwerspateindicker und die Überdachung des Bereichs zwischen dem Schrägaufzug und dem nördlichen Eingangstor kamen erst 1943 hinzu (s. Abb. 9.9.b und c).

Zur ursprünglichen Ausstattung gehörten Zwischeneindicker und Eindicker für die Endprodukte Bleierzkonzentrat, Zinkerkonzentrat und Pyritkonzentrat. Alle Eindicker waren mit Transmissionen angetrieben. Sie erhielten in den 1960er Jahren separate elektrische Antriebe.

Mit den Zwischeneindickern sind die Mittelprodukte soweit eingedickt worden, dass sie in die jeweils nächste Flotationsstufe gegeben werden konnten. Mit den anderen sind die Endprodukte soweit entwässert worden, dass ihr Wassergehalt anschließend mit den Vakuumtrommelfiltern auf den endgültigen Wert verringert werden konnte.

Ursprünglich gab es acht Vakuum-Trommelfilter, alle von der Firma Dorr gebaut. Die beiden nördlichen Filter waren ursprünglich für die Entwässe-

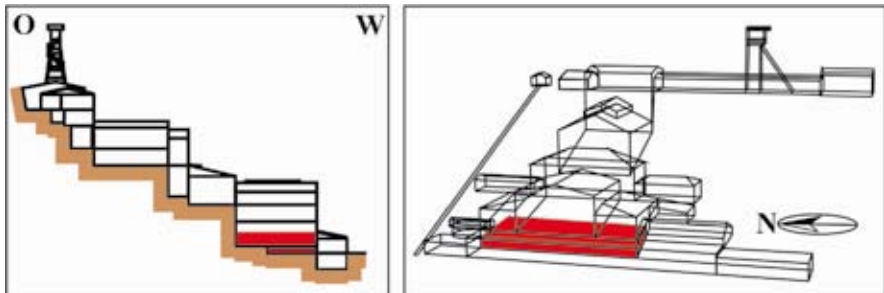


Abb. 9.9.a: Eindicker, Lageskizze

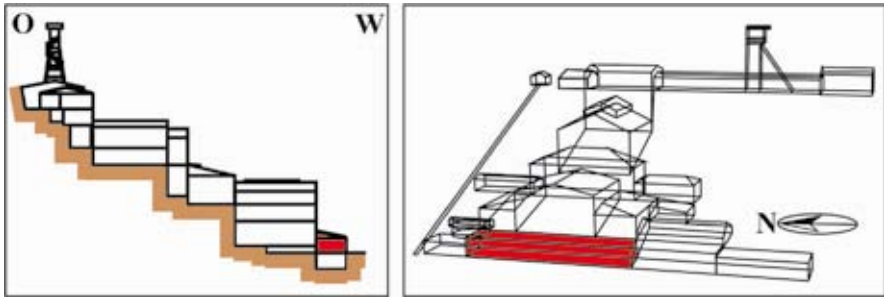


Abb. 9.9.b: Filteretage, Lageskizze

nung des Blei-Konzentrats vorgesehen. Sie stehen im Norden, haben einen gemeinsamen Gurtbandförderer und eine zum U-Bahnhof hinab führende Schurre. Die vier mittleren Filter dienten der Zink-Konzentrattrocknung und hatten ebenfalls einen gemeinsamen Gurtbandförderer. Er führte zur mittleren Schurre. Die ursprünglich südlichste Schurre und der zugehörige Gurtbandförderer leiteten das Pyritkonzentrat von den südlichen beiden Filtern zum U-Bahnhof.

Im hinteren (nordöstlichen) Bereich der Eindickerebene steht ein Roots-Gebläse. Es gehört zur ursprünglichen

Ausrüstung der Anlage. Mit der erzeugten Druckluft sind die Filtertücher der Vakuumtrommelfilter von Zeit zu Zeit zu Reinigungszwecken abgeblasen worden. Die Druckluft wurde auch für die Flotationszellen gebraucht.

9.10 Eindicker außerhalb des zentralen Gebäudekomplexes

Die Architekten Schupp und Krenmer haben bei ihren Planungen nicht alle Eindicker innerhalb des eigentlichen Aufbereitungsgebäudes untergebracht. Dazu zählten der 12 m-, der 15 m- und der 20 m-Eindicker (s. Abb. 5.2.k).

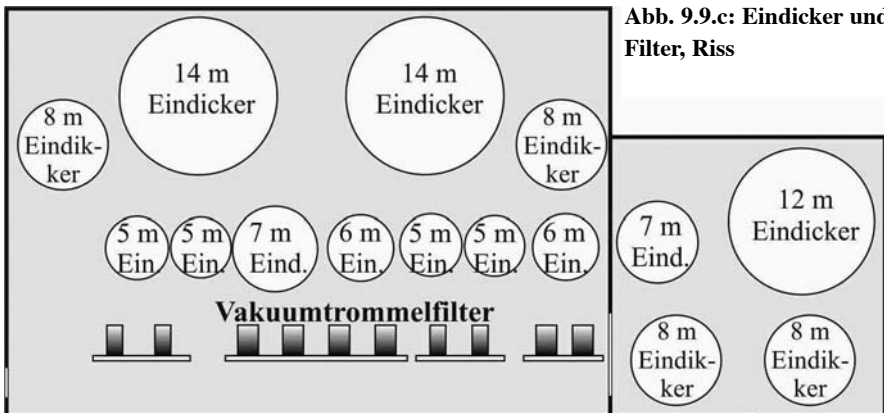


Abb. 9.9.c: Eindicker und Filter, Riss

Der 12 m-Eindicker befindet sich zwischen Schrägaufzug und Aufbereitungsgebäude. Er ist heute optisch etwas durch das später hinzugekommene Vordach über dem nördlichen Zugang zum Gebäudekomplex verdeckt. Er diente der Eindickung des Zinkkonzentrats.

Der 15 m-Eindicker befindet sich außerhalb des Werksgeländes westlich der Rammelsberger Straße. Er diente der Klärung des Wassers, das in die Abzucht abgegeben wurde. Zugeleitet bekam er Wasser vom 20 m-Eindicker und Wasser, das bei Reinigungsarbeiten anfiel, zum Beispiel beim Säubern der Flotationszellen. Dieser Eindicker hat ein eigenes Gebäude erhalten, das durch seine besondere Gestaltung mit rundem Kegeldach auffällt.

Der 20 m-Eindicker befindet sich auf der westlichen Seite der Werkstraße. In ihm wurden die Flotationsabgänge soweit eingedickt, dass sie zum Absetzteich ins Gelmketal gepumpt werden konnten. Die Pumpen waren in dem Gebäude untergebracht, dass unmittelbar nördlich von diesem Eindicker steht.

Der zentrale Teil des Aufbereitungsgebäudes erhielt 1948 im Süden der Eindicker- und Filterebene einen Anbau, in dem die vier Eindicker für die Schwerspatkonzentratherstellung untergebracht wurden (vgl. Kap. 10.7.).

1963/64 ist als zeitlich letzter Eindicker der Zyklator gebaut worden. Er

befindet sich auf dem Unteren Werkhof und diente der Nachklärung des Wassers, das in die Abzucht abgegeben wurde und den dafür geltenden verschärften Reinheitsvorschriften entsprechen musste.

9.11 U-Bahnhof

Der Transportweg der Konzentrate von der Aufbereitungsanlage zu den Hütten war so angelegt, dass die von den Hütten kommenden leeren Züge vom Gelmketal/Bollrich durch den Gelenbecker Stollen zum Unteren Werkbahnhof der Werksanlagen am Rammelsberg fahren können. Dort wurden die Wagen abgehängt und einzeln in den U-Bahnhof geschoben, beladen, wieder zurück auf den Unteren Werkbahnhof gebracht und für den Transport zu den Hütten zu Zügen zusammengestellt. Den Rangierbetrieb übernahm eine kleine Diesellok. Die Oberleitungsloks, die für den Transport zu den Hütten eingesetzt wurden, hätten aufgrund der notwendigen stromführenden Oberleitungen Probleme bei der Durchfahrt unter den Verladeeinrichtungen bereitet.

Der eigentliche U-Bahnhof besteht aus drei parallelen Gleisen und befindet sich unter der Filterebene. Die Verladeeinrichtungen unter den Schurren, die das Material von der Filterebene hinunter in den U-Bahnhof leiteten, waren ursprünglich so gestaltet, dass für jedes der drei Konzentrate (Blei, Zink und Pyrit) ein Verladegleis zur Verfügung stand. Dieser Gebäudeteil ist eine Stahlbetonkonstruktion.

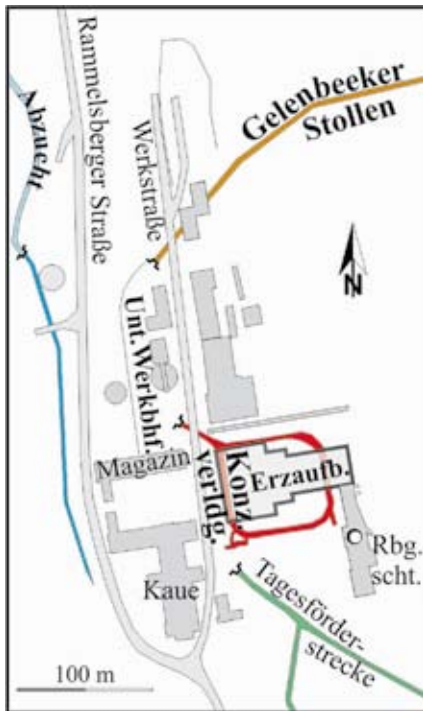


Abb. 9.11: U-Bahnhof, Lageskizze

Der Mitarbeiter, der auf der Filterebene eingesetzt war und der Mitarbeiter im U-Bahnhof standen über eine akustische Signalanlage in Kontakt. Immer, wenn ein Wagen gefüllt und durch einen leeren ersetzt werden musste, wurde die entsprechende Filterung kurz angehalten. Dieses Kommunikationsweise hatte sich gut bewährt, auch als vier und zeitweise fünf Konzentrate zu verladen waren.

Neben dem eigentlichen U-Bahnhof gab es die sogenannte Melierterzstrecke, die zur Verladung von Kupfererzen aus der Klaubung diente. Von der Mittelzerkleinerungsebene führte ein Rolloch hinab zur Melierterzstrecke

cke (vgl. Kap. Mittelzerkleinerung). Sie war vom vorderen Bereich des U-Bahnhofs bergmännisch im gewachsenen Fels aufgeföhren worden und hatte im Grundriss zusammen mit der Konzentratverladung ungefähr die Form eines Quadrats (vgl. Abb. 9.a, s. Abb. 9.11).

1938 wurde dieser im betrieblichen Sprachgebrauch auch als Umfahrung bezeichnete Stollen fertig gestellt. Diese Bezeichnung hat allerdings nichts mit einem Kreisbetrieb im Sinne einer Gleiswendeschleife zu tun. Ein Förderwagen-Beladeregime dieser Art war niemals geplant.

1941 bis 1951 wurde mit diesem Rolloch der gebrochene Blasschiefer von der Mittelzerkleinerungsebene zur Melierterzstrecke und ab 1953 auf dem gleichen Wege das Banderz verladen.

Die ursprüngliche Zufahrt vom Unteren Werkbahnhof zum U-Bahnhof hatte einen verhältnismäßig engen Kurvenradius. Beim Durchfahren dieser Kurve erzeugten die Förderwagen und die Lok laute Geräusche. Das wurde von den Anwohnern der Rammelsberger Straße als sehr störend empfunden. Außerdem war den Verschleiß sowohl an den Schienen als auch an den Rädern zu hoch. Deshalb ist die Zufahrt einige Meter weiter nach Süden verlegt worden, so dass der Kurvenradius größer wurde.

Die Transportwagen wurden im Laufe der Zeit mehrmals modernisiert. 1955 sind für den Roherztransport zum Bollrich Wagen mit 7,5 m³ Lade-

volumen und Sattelbodenentleerung beschafft worden. 1956 folgten für den Erzkonzentrattransport Muldenwagen mit 3 m³ Ladevolumen. 1961 wurden auch die Muldenwagen, die bis dahin für den Schwerspattransport eingesetzt worden waren, durch neue ersetzt. /KLS 1984/

Nach dem Ende des Aufbereitungsbetriebs ist von der PREUSSAG im vorderen Bereich des U-Bahnhofs ein Versuchsstand (Technikum) gebaut und in den 1990er Jahren betrieben worden. Dort sind für andere Bergwerke Pumpversuche für das Pumpen von schlammförmigen Versatzmassen durchgeführt worden. Von dieser Anlage sind noch Einbauten erhalten.

9.12 Umspannwerk 2

Das in den 1920er Jahren gebaute Umspannwerk 1 war nicht groß genug, um auch die Neue Aufbereitungsanlage mit versorgen zu können. Deshalb ist das Umspannwerk 2 errichtet worden. Es befindet sich jedoch nicht wie das Umspannwerk 1 übertage, sondern unter dem Schrägaufzug und zum Teil unter der Aufbereitungsanlage. Aufgeföhren wurde es im gewachsenen Fels in Form von drei Stollen worden. Diese Räume sind im Grundriss H-förmig.

Der erste Stollen hat sein Mundloch ungefähr fünf Meter über der Werkstraße und bildet den Zugang von der Oberen Werkstraße, die hinter dem Gebäudekomplex Werkstatt-Kesselhaus-Elektrozentrale verläuft. Dieses Mundloch liegt nördlich vom Schrägaufzug beziehungsweise hin-



Abb.9.12a: Unteres Stollenmundloch vom Umspannwerk 2, Foto 2005

ter der Elektrozentrale. Durch diesen Zugang sind die schweren und großen Transformatoren in das Umspannwerk gebracht worden (s. Abb. 9.12.a).

Der zweite Stollen diente der Wetterführung und steigt deshalb vom Umspannwerk nach übertage an. Sein Mundloch befindet sich südlich des



Abb.9.12.b: Oberes Stollenmundloch vom Umspannwerk 2, Foto 2005

Schrägaufzugs auf dem Höhenniveau der Mühlenbühne (s. Abb. 9.12.b).

Der dritte Stollen diene als Zugang von der Aufbereitungsanlage und ist mit einer Treppe ausgestattet. Sein Mundloch befindet sich auf der Mühlenbühne hinter der nördlichen Mühle.

10 Produkt-, Verfahrens- und Anlagenänderungen 1936 bis 1988

Die Neue Aufbereitungsanlage ist in ihrer gesamten Betriebszeit grundsätzlich nach dem Prinzip Vorzerkleinerung, Mittelzerkleinerung, Mahlung, Flotation, Eindickung, Filterung und Verladung betrieben worden.

Die Erfahrungen und Versuche, die im Laufe der Jahre gemacht worden waren, zeigten aber, dass es eine Reihe von Optimierungsmöglichkeiten gab. Dazu gehörte vor allem die Einführung der Nachmahlung (vgl. Kap. 10.2.). Bald standen aber auch modernere Techniken, Maschinen und Apparate zur Verfügung, zum Beispiel neue Flotationsmaschinen (vgl. Kap. 10.4.).

Außerdem änderten sich die äußeren Rahmenbedingungen, vor allem

- die Weltmarktsituation für Bunt- und Edelmetalle,
- die Anforderungen der Hüttenbetriebe, insbesondere bezüglich der Qualität der Kupfererzkonzentrate (vgl. Kap. 10.3. und 10.6.) und
- die Anforderungen der sonstigen Abnehmer der Aufbereitungspro-

dukte, zum Beispiel für Schwerspat (vgl. Kap. 10.7.) .

Dazu zu rechnen ist auch die Notwendigkeit, möglichst wenig Flotationsgänge zu hinterlassen beziehungsweise möglichst viel davon einer Weiterverwendung zuzuführen. Das betraf vor allem

- 1936 bis 1959 und 1968 bis 1973 den Pyritkonzentratverkauf (vgl. Kap. 10.5),
- 1939 bis 1988 den Schwerspatverkauf (vgl. Kap. 10.7.) und
- 1942 bis 1959 die Bergesandverbringung nach untertage als Versatz (vgl. Kap. 10.8.).

Und es gab Anforderungen anderer Betriebsteile, in der Aufbereitungsanlage Material zu zerkleinern:

- 1941 bis 1951 Schieferzerkleinerung für den untertägigen Blasversatz (vgl. Kap. 10.9.) und
- 1953 bis 1987 Banderzzerkleinerung für die Flotationsaufbereitung Bollrich (vgl. Kap. 10.10.).

All das führte dazu, dass die verwendeten Verfahren, Anlagen und Maschinen in vielen Details verändert worden sind. Hergestellt und verkauft wurden im gesamten Betriebszeitraum vor allem Blei- und Zinkkonzentrate (s. Tab. 3.b).

Bereits drei Jahre nach der planmäßigen und weitgehend komplikationsfreien Startphase begann der Zweite Weltkrieg. Nach anfänglicher kurzzeitiger Produktionssteigerung setzte

ein Arbeitskräfte- und Materialmangel ein, der die Förder- und Produktionsleistung einschränkte. Viele Belegschaftsmitglieder waren zum Kriegsdienst eingezogen worden und die als Ersatz eingesetzten Zwangsarbeiter brachten nicht die notwendigen Qualifikationen mit. Zudem gab es ab 1944 große Probleme bei der Reagenzienbeschaffung. Es wurde zwar nach Alternativen gesucht, aber bis Kriegsende konnte bestenfalls von befriedigenden Ergebnissen der Aufbereitung gesprochen werden. /KRA 1948/

Der Personal- und Materialmangel ließ 1945 kaum noch einen geregelten Betrieb zu. Im April 1945 wurde er nach dem Einmarsch der Alliierten eingestellt und erst nach sieben Wochen wieder aufgenommen, übrigens besonders unterstützt durch die englische Besatzungsmacht.

In den ersten beiden Nachkriegsjahren konnten die Hütten nicht so viel Konzentrate abnehmen, wie die Aufbereitung hätte herstellen können. Das wirkte sich bremsend aus. Im Winter hatten die Hütten Probleme bei der Konzentratentladung. Auch sonst herrschten in den Hütten in dieser Zeit ungünstige Betriebsverhältnisse.

1947 war erstmals seit Inbetriebnahme der Aufbereitung ein Wassermangel aufgetreten. Er war sogar so gravierend, dass deswegen der Betrieb in der Aufbereitung und in der Grube zeitweise vollkommen eingestellt werden musste. Zusätzlich herrschte im Februar und August 1947 zeitweise ein Mangel an Elektroenergie. Deshalb konnten nur zwei Flotationssysteme gefahren werden.

1947 und 1948 wurde damit begonnen, die schon seit Jahren aufgescho-

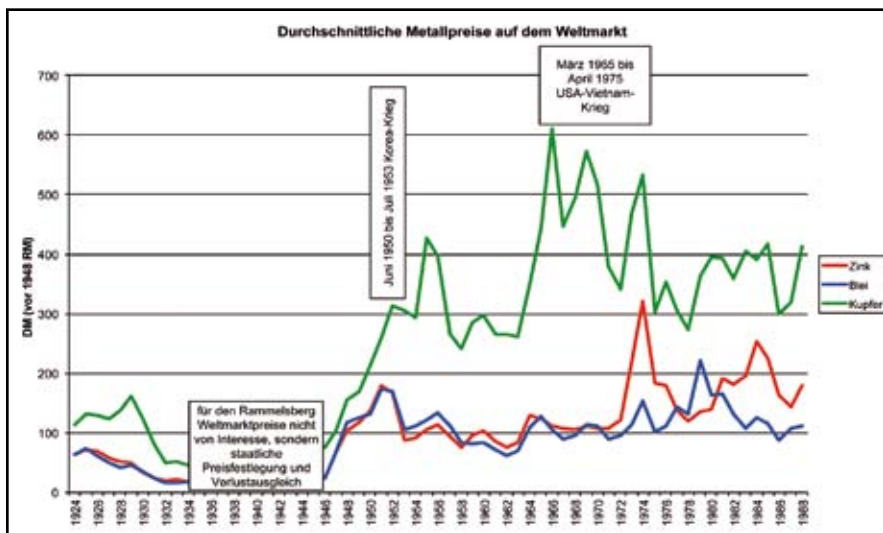


Abb. 10.a: Diagramm Metallpreise /BAR 1988/

benen notwendigen Reparaturen auszuführen. 1949 ist die Aufbereitungsanlage weitgehend wieder hergestellt gewesen, so dass alle drei Systeme der Zerkleinerung und Flotation genutzt werden konnten. Die Flotationszellen waren allerdings sehr verschlissen und reparaturbedürftig. Ihr schrittweiser Ersatz war zwar beschlossen aber noch nicht durchgeführt worden. Die notwendigen Flotationsreagenzien waren erst ab 1949 wieder ohne Einschränkungen lieferbar.

Nach dem Zweiten Weltkrieg hatten sich die Metallpreise deutlich erhöht. Verstärkt wurde der Preisanstieg durch die Nachfrage, die der Koreakrieg erzeugte (s. Abb. 10.a). Nun wurde auch der Abbau geringwertiger

Erze rentabel. Die Banderzvorräte der Lagerstätte Rammelsberg (ungefähr 1,9 Mio t) rückten deshalb in das Blickfeld. /BAR 1988/

Über die Gewinnung der Kniestvorräte (ungefähr 2,3 Mio t) wurde ebenfalls nachgedacht. Ihre Qualität war aber zu schlecht. Außerdem wäre der Aufwand für die Mahlung unverhältnismäßig hoch gewesen. Deshalb wurde auch bei den damaligen Höchstpreisen der Kniest nicht wirtschaftlich gewinn- und verwertbar. /KRA 1955/

1950 sind am Rammelsberg kleinere Versuche angestellt worden, Banderze aufzubereiten. 1951 folgten erste großtechnische Versuche in der Schwer-
spatanlage. Begonnen wurde mit einer



Abb. 10.b: Aufbereitung Bollrich, Absetzteiche und Ortslage Oker, Luftbild 2010

kollektiven Flotation und Vorabscheidung mittels Sinkscheidung, letztere allerdings erfolglos. Es wurde klar, dass wie bei der Rammelsberger Anlage praktiziert eine selektive Flotation vorzusehen ist. Die Rammelsberger Anlage war jedoch voll ausgelastet und ließ sich auch nicht erweitern. Deswegen wurde eine völlig neue zweite Anlage vorgesehen.

Für den Standort war der Bollrich gewählt worden, einerseits wegen seiner Lage an der Erzbahntrasse, die den Bau eines Normalspurgleises ermöglichte, und andererseits wegen der Nähe zum vorhandenen Absetzteich im Glemketal (s. Abb. 10.b). Dieser Standort entsprach dem bereits 1935 vorgesehenen, der damals jedoch nicht durchsetzbar gewesen war. 1951 begann die Projektierung für die Banderzaufbereitungsanlage einschließlich einer Anschlussbahn nach Oker.

1952 war bereits der Baubeginn am Bollrich. Der Normalspurbahnanschluss ist 1952 fertig gestellt worden. Im Winter 1952/53 und im Frühjahr 1953 erfolgte der Einbau der maschinellen Anlagen und am 16. Juni 1953 der Produktionsbeginn.

Bis 1964 wurde eine möglichst hohe Auslastung der Gruben- und Aufbereitungskapazitäten angestrebt, um den wirtschaftlichen Problemen zu begegnen, die durch geringer werdende Metallpreise entstanden waren. 1964/65 erholten sich die Metallpreise, auch und vor allem durch den Vietnam-Krieg. Nun wurde die Roherzförderung etwas zurück genommen. Es wurde

sogar erneut untersucht, ob sich der Kniest wirtschaftlich gewinnen lässt – allerdings wieder mit negativem Ergebnis.

1966 wurden Versuche durchgeführt, Lagererz und Banderz zu verschneiden und das entstehende Gemisch in den beiden Flotationsanlagen zu verarbeiten. Dabei stellte sich heraus, dass es für beide Aufbereitungsanlagen durchaus verträglich war. Das hatte weitreichende Auswirkungen auf den Grubenbetrieb. Bis dahin war streng darauf geachtet worden, Lagererz und Banderz getrennt zu fördern und zu den entsprechenden Aufbereitungsanlagen zu transportieren. Daraus hatte sich ein großer logistischer Aufwand ergeben. Außerdem war mit den vorgesehenen Frontschaufelladern das selektive Laden des Haufwerks nur eingeschränkt möglich. Nun, da die exakte Trennung nicht mehr so streng eingehalten werden musste, wurden das Abbauregime und der Einsatz von Radladern einfacher und der Grubenbetrieb ließ sich besser rationalisieren.

1974 setzte eine erneute Krise auf dem Weltmarkt ein. 1977 fielen die Preise rapide, besonders die für Zink. Eine der vier noch fördernden Erzgruben der Bundesrepublik, die Grube Lüderich bei Bensberg, musste den Betrieb einstellen. 1978 wurde am Rammelsberg Kurzarbeit notwendig. 1979 erholten sich die Weltmarktpreise wieder, besonders für Blei- und Silber, aber auch für Zink. Es war jedoch aus Lagerstätten- und betriebswirtschaftlichen Gründen absehbar, dass der Betrieb nur noch neun Jahre aufrecht

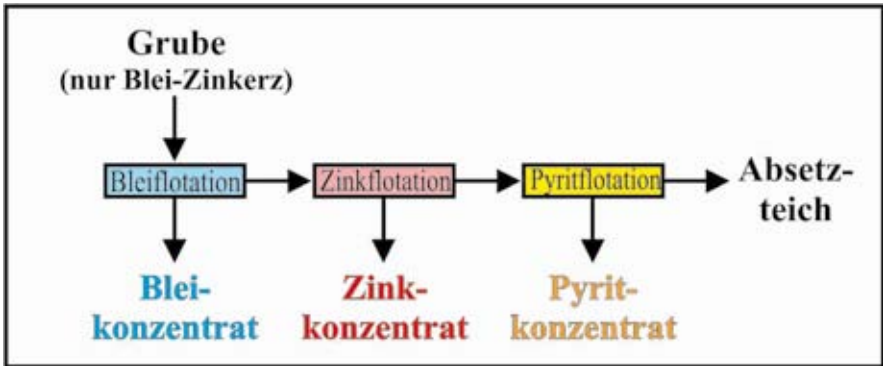


Abb. 10.1.a: Stark vereinfachter Stammbaum 1936

erhalten werden konnte. Mit Hinblick auf das Betriebsende sind keine größeren Modernisierungen und Investitionen mehr unternommen worden. Pläne, wie beispielsweise die Erneuerung des Mahlbetriebs, wurden deshalb nicht mehr realisiert. /BAR 1988/

Am 26. Juni 1987 ist der Betrieb der Aufbereitungsanlage Bollrich im Hinblick auf die für Ende Juni 1988 festgelegte Betriebsschließung des gesamten Bergwerks eingestellt worden. Statt

440 Mann Belegschaft arbeiteten im gesamten Bergwerk danach nur noch 302. /KLS 1984/

10.1 Betriebsbeginn

Die erste Ausbaustufe der Neuen Aufbereitungsanlage ist am 1. Oktober 1936 in Betrieb genommen worden. Dazu gehörten die beiden nördlichen Vor- und Mittelzerkleinerungssysteme, die die Blei-Zinkerze für die Mühlen und die daran anschließende

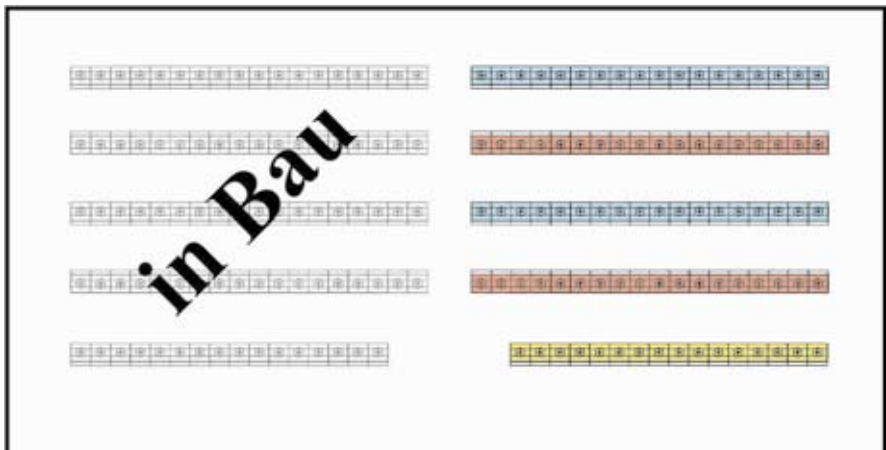


Abb. 10.1.b: Aufstellung der Flotationsmaschinen 1937, Schema

Flotation vorzerkleinerten. Das dritte Zerkleinerungssystem ist erst 1938 gebaut worden. Es zerkleinerte die Kupfererze für die Handklaubung und stellte damit eine eigenständige zweite Aufbereitungsanlage dar. Sie belieferte die Blei-Kupferhütte in Oker.

Am nördlichen und mittleren Leseband wurden die noch im Blei-Zinkerz enthaltenen Holz- und Eisenteile heraus sortiert, die in der Grube vor allem durch die mittlerweile einsetzende Modernisierung der Ladearbeit (Fließbau) in das Haufwerk gelangt waren. Diese Fremdbestandteile hätten sonst die folgenden Aufbereitungsschritte behindern können.

Von den Mühlen und den Flotationsmaschinen arbeiteten vorerst nur die Systeme 1 und 2. Beide Flotationsysteme bestanden aus jeweils einer Flotationsmaschine für die Bleiflotation und einer für die Zinkflotation. Beiden Systemen nachgeschaltet war eine gemeinsame Maschine für die Pyritflotation. Alle fünf Maschinen hatte die Firma MS London geliefert (s. Abb. 10.1.a, 10.1.b, 5.5.d und 5.5.e).

Die Blei- und die Zinkmaschinen bestanden aus jeweils 18 Zellen und die Pyritmaschine aus 16 Zellen. Das lag daran, dass bei den Blei- und Zinkmaschinen jeweils zwei Konditionierzellen der eigentlichen Flotation vorgeschaltet waren. Darin sollte die Erztrübe mit den Reagenzien gemischt werden aber noch kein Aufschäumen erfolgen. Bei der Pyritflotation war das nicht vorgesehen.

Der Betrieb lief fast reibungslos an – eine für derartige Anlagen außerordentliche Leistung. Gewöhnlich müssen Aufbereitungsanlagen dieser Größe und Kompliziertheit schon kurz nach der Inbetriebnahme wieder angehalten werden, um größere technische Veränderungen vorzunehmen. Das wird eigentlich immer erwartet, weil sich während des Betriebs neue Erkenntnisse ergeben und Erfahrungen gemacht werden, die bei der Planung noch nicht absehbar waren. Dann müssen mehr oder minder aufwendige Nachbesserungen oder sogar Modifizierungen durchgeführt werden.

Am Rammelsberg war das nicht notwendig. Nur die optimale Fahrweise der Maschinen mussten noch erprobt werden. Beispielsweise neigten die Schlüsselklassierer anfangs zum Versanden. Dabei setzte sich die grobe Kornfraktion ab und konnte nicht mehr in den Mühlenkreislauf zurückgeführt werden. Gelöst wurde dieses Problem durch einen erhöhten Wassergehalt in der Trübe.

Der gelungene Start ist umso beachtlicher, als es sich beim Rammelsberger Erz um ein ganz und gar nicht einfach aufzubereitendes Erz handelte und die Planungs- und Bauzeit äußerst knapp bemessen war. Diese hervorragende Leistung ist vor allem ein Verdienst von

- Emil Kraume, der in seiner Doktorarbeit die Grundlagen dafür gelegt und den Bauablauf wissenschaftlich geleitet hatte,
- Bergtrat Hast, der als Leiter der Ober- und Unterharzer Berg- und

Hüttenwerke die Gesamtleitung des Projekt zu verantworten hatte, und

- Hans Joachim Salau, der die Bauplanung und -leitung übernommen hatte.

Außerdem ist die gute Zusammenarbeit mit den Fachleuten der Konstruktions- und Bauabteilung von Krupp-Gruson, die die Anlage konzipiert hatte, hervorzuheben.

Im Laufe der Jahre sind dann auch anlagentechnische Ergänzungen und Erweiterungen vorgenommen worden. Zum Beispiel war die Kapazität der Eindicker aufgrund der gestiegenen Anforderungen etwas zu knapp geworden, so dass dort nachgerüstet werden musste. /KRA 1949/ Außerdem war der Frischwasserbedarf der neuen Anlage höher als geplant. Deshalb ist eine Wasserwiederaufbereitung gebaut worden. /KLS 1984/

1936 sind von der neuen Anlage bereits 13.000 t Roherz durchgesetzt worden. In der alten Sieb- und Klaubeanlage waren es 1936 136.852 t. /KLS 1984/

Im November 1937 folgte die Inbetriebnahme der Flotationssysteme 3 und 4. Gleichzeitig waren die Maschinen der ersten beiden Systeme überprüft und überholt worden. Der Durchsatz erhöhte sich auf täglich 356 t. Mit verarbeitet wurden Gräupel und Schlieg aus der alten Sieb- und Klaubeanlage. Bis 1938 arbeiteten alle vier Mühlen- und Flotationssysteme parallel und voneinander unabhängig, einschließlich ihrer Eindicker, Filter und Konzentratverladung.

Das gemahlene Erz gelangte jeweils zuerst in die Bleiflotationsstufe. Dort wurde es getrennt in Bleikonzentrat und in ein Mittelprodukt, das der nächsten, der Zinkflotationsstufe zugeführt wurde. Dort wurde Zinkkonzentrat hergestellt und ein Mittelprodukt für die Pyritflotationsstufe. In ihr wurde ein Pyritkonzentrat abgetrennt. Die Abgänge aus der Pyritflotation wurden nach wie vor in den kleinen provisorischen Absetzteich gepumpt, der sich auf der Halde nördlich der Werkstraße befand (s. Abb. 10.1.c) und erst ab 1938 mit der Mammut-Baggeranlage in den Absetzteich im Gelmketal.

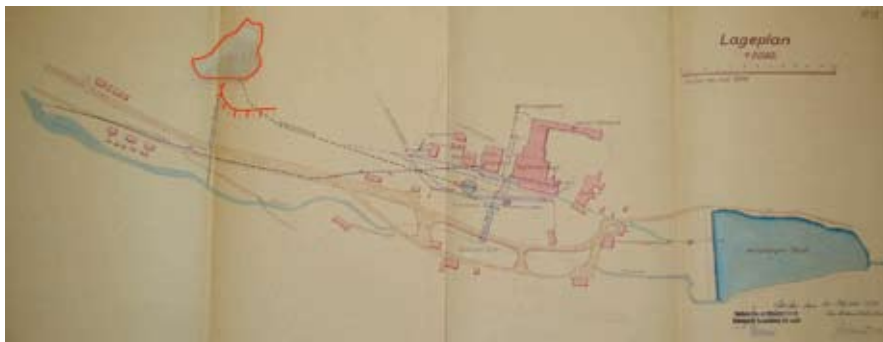


Abb. 10.1.c: Provisorischer Absetzteich, oben links, Lageskizze /BAC 1935/

1939 waren alle Neubauten fertig, so dass die alte Sieb- und Klaubeanlage im Juli stillgelegt werden konnte. Allerdings wurde sie kurz darauf mit Hinsicht auf den Kriegsbeginn und die daraus resultierenden höheren Leistungsanforderungen kurzzeitig noch einmal in Betrieb genommen. 1939 wurden in der Flotationsanlage insgesamt 189.610 t Blei-Zink-Roherz verarbeitet. Die Zink-Eindicker wurden nun nicht mehr wie bis dahin parallel, sondern hintereinander geschaltet betrieben. /KLS 1984/

Nachdem 1940 das planmäßige Betriebsende der Alten Sieberei gekommen war, die bis dahin noch parallel zur Neuen Aufbereitung betrieben wurde, entfiel auch die Belieferung der Hütten in Astfeld und Langelsheim mit Blei-Zinkerzen. Diese Hütten konnten nicht wie die neuen beziehungsweise erneuerten Hütten in Oker und Harlingerode die feinkörnigen Konzentrate, wie sie in der Flotation erzeugt wurden, verarbeiten. Ihre Röstverfahren und Öfen benötigten grobstückigeres Erz. Der Betrieb wurde auch dort eingestellt. 1941 ist mit der Flotationsanlage ein Roherzdurchsatz von 211.369 t erreicht worden. /KLS 1984/

10.2 Nachmahlung

Kraume hatte schon bei seinen vor 1935 durchgeführten Versuchen festgestellt, dass das Maß der Aufmahlung für den Flotationserfolg entscheidend ist und die Mahlung in stufen erfolgen muss. Die Blei- und Kupferminerale ließen sich besser flotieren, wenn sie anfangs nicht allzu fein gemahlen

waren. Waren diese größeren Partikel ausflotiert, dann blieben noch die feiner verwachsenen zu flotieren. Sie mussten dafür anschließend noch einmal gemahlen werden. Die erste Flotationsstufe wurde deshalb so umgerüstet, dass sie ein bereits verkaufsfähiges Konzentrat herstellte und ein Mittelprodukt, das nachgemahlen und nochmals flotiert wurde. Drei der ursprünglich vier Flotationssysteme arbeiteten weiterhin parallel. Die Flotationsmaschinen des ehemaligen vierten (südöstlichen) Systems 1 übernahmen die Flotation der nachgemahlenen Erze (s. Abb. 10.2.a).

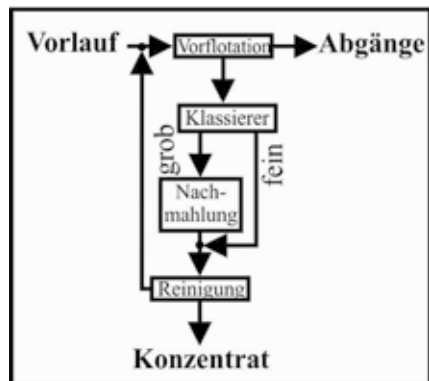


Abb. 10.2.a: Nachmahlung, Prinzip-skizze

Außerdem hatte sich gezeigt, dass die gröbere Aufmahlung schon mit zwei der vier vorhandenen Kugelmöhlen erreicht werden konnte. Von diesen Erkenntnissen ausgehend entwickelte Kraume ein neues Schema (s. Abb. 10.2.b). Zwei Mühlen übernahmen die erste Aufmahlung. Das Erz wurde nun nur noch mit $75\% < 0,06 \text{ mm}$ Korngröße aufgemahlen und dann in die Bleiflotationsstufe gegeben. Deren Abgänge gingen nach wie vor in die

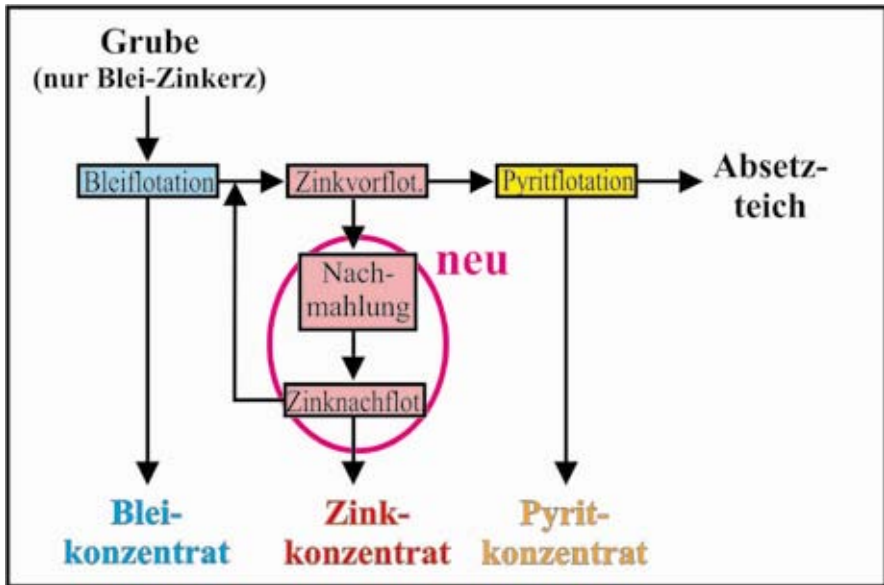


Abb. 10.2.b: Stark vereinfachter Stammbaum 1938

Zinkstufe, wurden dort jedoch nach der ersten Flotation auf 60% < 0,02 mm nachgemahlen und noch einmal flотиert. Für diese Nachmahlung wurde eine der beiden frei gewordenen Mühlen eingesetzt. Die vierte Mühle diente als Reservemühle, wurde schließlich aber doch wieder für den ersten Mahlgang eingesetzt. Die Abgänge der Zinkstufe gingen nach wie vor in die Pyritflotationsstufe. /KRA 1949/

Im Betrieb zeigte sich, dass die Mühlenkapazität für die hinzugekommene Nachmahlung zu knapp bemessen war. 1948 ist deshalb eine fünfte Kugelmühle im eigens dafür gebauten nördlichen Erweiterungsbau der Mühlenetage aufgestellt worden. Sie stammte aus PREUSSAG-Beständen anderer Werke und hat die innerbetriebliche Bezeichnung Mühle V erhalten. Ab 1948 ist sie

dauerhaft für die Nachmahlung in der Zinkstufe eingesetzt worden.

Der erfolgreiche Betrieb der Mittelproduktnachmahlung in der Zinkflotation regte 1949 Versuche an, auch das Mittelprodukt der Bleiflotation nachzumahlen. Ziel war die Verringerung des Zinkgehalts. /KLS 1984/

1955 ist eine weitere Kugelmühle angeschafft worden. Sie hat die innerbetriebliche Bezeichnung Mühle VI erhalten und wurde ab 1956 für die neu eingeführte Nachmahlung im Blei- und Zinkkreislauf eingesetzt. Aufgestellt wurde sie in dem eigens dafür südlich an die Mühlenbühne angebauten Gebäudeteil. 1959 wurde Mühle VII aufgestellt. Sie stand ebenfalls im südlichen Anbau. Mit ihr wurde das pyritreiche Mittelprodukt nachgemahlen.

10.3 Umstellung auf Allflotation und Herstellung von kupferreichem Bleikonzentrat 1941 bis 1944

Die Blei-Kupferhütte in Oker hatte bis 1938 ein Erz erhalten, das in der Grube selektiv abgebaut und in der Alten Sieberei von Hand geklaubt wurde. Das war nun nicht mehr möglich, denn der Grubenbetrieb konnte in den gesondert geförderten kupferreichen Erzen nicht mehr den Kupfergehalt halten, der von der Kupferhütte gefordert wurde. Einerseits waren die kupferreichen Bereiche der Lagerstätte, auf die bis dahin zugegriffen worden war, weitgehend abgebaut. Andererseits ließen sich die Erze beim untertage neu eingeführten Abbauverfahren Fließbau kaum noch selektiv gewinnen. Mit den so gelieferten Kupfererzen konnten die Hütten keine zufriedenstellenden Betriebsergebnisse mehr erzielen.

Trotzdem sollte das Klauben vorerst beibehalten werden, bis ein brauchbares Verfahren für die Kupferflotation einsatzbereit war. 1938 wurde in der Neue Aufbereitung die Kupfererzklauberei begonnen. 1939 sind dort bereits 6.147 t Melierterz verarbeitet worden.

Die Anlage bestand aus dem südlichsten der drei Backenbrecher, einem Walzenbrecher, einer Siebtrommel (Siebdurchgang 120, 50 und 25 mm, /KLS 1984/) und einem Klaubeband. Der Walzenbrecher und die Siebtrommel befanden sich in der Mittelzerkleinerungsetage. Von dort gelangte das Kupfererz durch einen hohen schmalen Erzbunker (Erzrolle mit 2 x 5 m Quer-

schnitt) hinab zum U-Bahnhof und von dort per Bahn durch den Gelenbecker Stollen zur Blei-Kupfer-Hütte in Oker. (Der Walzenbrecher und die Siebtrommel existieren heute allerdings nicht mehr.)

Anfang 1938 war ein erfolgreicher Großversuch unternommen worden, Melierterz flotativ aufzubereiten. Nun war der Augenblick gekommen, diese Erkenntnisse auch großtechnisch anzuwenden, denn die Klaubung konnte nicht mehr die gewünschte Menge kupferreicher Erze herstellen.

1940 sind erstmals probenhalber kupferhaltige Erze mit den Blei-Zinkerzen gemeinsam flotiert worden. 1941 ist die gemeinsame Flotation aller geförderten Erze (Allflotation) in den Regelbetrieb gegangen. Damit entfiel die gesonderte Aufbereitung der kupferreichen Erze. Der Roherzdurchsatz betrug 211.369 t.

Nach wie vor wurden die kupferreicheren Erze zwar noch so gut es ging separat gewonnen und in gesonderte Förderwagen geladen, jetzt aber mit dem Ziel, die verschiedenen Erze gezielt in der Aufbereitung miteinander verschneiden zu können und dadurch eine möglichst gleichbleibende Erzqualität zu erreichen. Das Kupfer sammelte sich bei der Flotation im Bleikonzentrat. Die Blei-Kupferhütte in Oker stellte daraus metallisches Blei und Kupfer her.

Bis 1941 war der Anteil fein verteilter Kupferminerale in den Blei-Zinkerzen gestiegen. Die Flotationsanlage lieferte, nachdem sie auch die kupfer-

reicherer Erze mit verarbeiten musste, Bleikonzentrate mit einer Kupferkonzentration von über 2%. Das bereitete der Hütte in Oker Probleme, zumal in Oker das Hüttenverfahren umgestellt werden sollte.

Deshalb sind viele Versuche unternommen worden, den Kupfergehalt im Bleikonzentrat zu verringern. Sie führten zu dem Ergebnis, dass es am vorteilhaftesten wäre, zusätzlich zu den bis dahin bereits üblichen Blei-, Zink- und Pyritkonzentraten ein kupferreiches Bleikonzentrat herzustellen. /KLS 1984/, /KRA 1948/

Dafür ist die Schaltung der Flotationsmaschinen völlig umgestellt worden. In der Bleistufe sind in einer ersten Flotationsmaschine sowohl die Kupfer- als auch die Bleiminerale gemeinsam aufschwimmen gelassen

worden. Dieses Zwischenprodukt wurde in eine zweite Flotationsmaschine gegeben, die ein Bleikonzentrat und ein Kupferkonzentrat herstellte (s. Abb. 10.3.a).

Streng genommen handelte es sich nicht um ein regelrechtes Kupferkonzentrat, sondern um ein Blei-Kupfer-Mischkonzentrat. Es erreichte nur Kupfergehalte von 5 bis 6% und hätte sich nicht an andere Kupferhütten verkaufen lassen. Dafür hätte es mindestens 20% Kupfer enthalten müssen. Aber die Hütte in Oker war darauf eingestellt, diese gering angereicherten Konzentrate zu verarbeiten. Der Kupfergehalt des Konzentrats entsprach dem der Melierterze, die bis dahin der Blei-Kupferhütte in Oker geliefert wurden. Aus Sicht der Aufbereiter war allerdings neu, dass dieses Konzentrat aus dem Gemisch

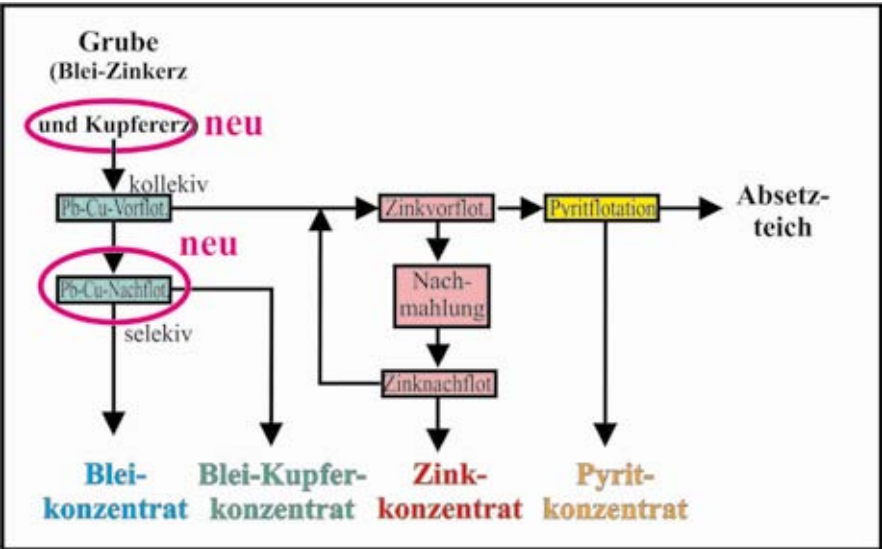


Abb. 10.3.a: Stark vereinfachter Stammbaum ab 1941, hier neu: Kupferkonzentrat

aller nunmehr gemeinsam geförder-
ten Erze durch Flotation extrahiert
worden war und nicht durch eine
selektive Erzgewinnung im Gruben-
betrieb.

Bis 1943 wurde der Erztrübe Bichro-
mat zugesetzt, um ein kupferreiches
Konzentrat aufschwimmen zu lassen.
Dieses Verfahren erwies sich aber als
unvorteilhaft, weil viel Zink mit auf-
schwamm. Statt des Bichromats wurde
deshalb mit Cyanid als Reagenz gear-
beitet. Es drückte die Kupferminerale.
Die Abgänge dieser Flotationsstufe
bildeten nun das kupferreiche Blei-
konzentrat, das an die Hütte in Oker
gegeben wurde.

Im Verlaufe des Kriegs kam es zu
deutlich spürbaren Engpässen bei der
Versorgung mit Reagenzien. Dazu
kam, dass die neu eingeführte Her-
stellung eines kupferreichen Bleikonzent-
rats für die Hütten nicht den erhofften
wirtschaftlichen Erfolg brachte. Sie
wurde deshalb 1944 wieder eingestellt.
Die Blei-Kupfer-Hütte Oker erhielt nur

noch das reguläre Bleikonzentrat, aller-
dings mit etwas erhöhtem Kupferanteil
(s. Tab. 10).

Nach dem Krieg sind wieder Opti-
mierungsversuche begonnen worden.
Beispielsweise ist 1946 bis 1948 auf
Wunsch der Hütten ein hoch ange-
reiches Bleikonzentrat abgetrennt
(60%) worden. /KLS 1984/

1948 war vorerst das Ende der Her-
stellung kupferreichen Bleikonzentra-
ts gekommen. Es wurde eingeschätzt,
dass die Trennung in kupferreiches
und kupferarmes Bleikonzentrat keinen
Vorteil gegenüber der Herstellung eines
einzigen Bleikonzentrats mit Kupfer-
konzentrationen von 2 bis 3% bringt. /
BAR 1988/

Trotzdem wurde weiter an der Opti-
mierung der Blei-Kupferstufe gearbei-
tet. Dazu gehörte vor allem die 1956
auch hier eingeführte Nachmahlung
(s. Abb. 10.3.b) und 1958 (analog zur
Zinkstufe) Ausrüstung der Blei-Kup-
ferstufe mit zwölf Großraumzellen.

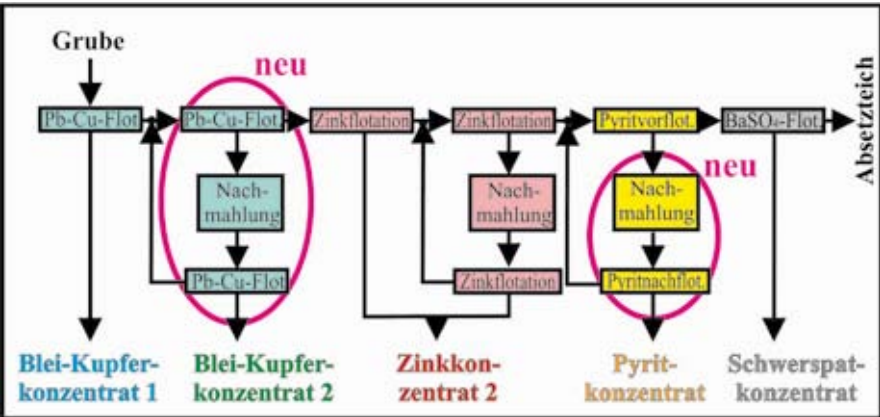


Abb. 10.3.b: Nachmahlung in der Blei-Kupferstufe 1956, Prinzipskizze

10.4 Modernisierungen der Flotationsmaschinen und neue Maschinenanordnungen 1948 bis 1981

In den Jahren bis 1948 waren die aus hölzernen Trögen bestehenden MS-Zellen zum Teil erneuerungsbedürftig geworden. Es zeichnete sich ab, dass das Ende der möglichen Nutzungsdauer erreicht war. Nach und nach wurden sie durch Maschinen der Bauart Denver-Unit-Cell (kurz Denver-Zellen) der Denver Equipment Company ersetzt. Diese Maschinen waren in den USA bereits in den frühen 1940er Jahren weit verbreitet und hatten sich dort bewährt (vgl. Abb. 5.5.d und e). /NEL 2012/

Als erste wurde 1950 die MS-Flotationsmaschine Pb III durch eine 12-zellige Maschine vom Typ Fahrenwald-Denver ersetzt.

1951 folgte der Ersatz weiterer MS-Flotationsmaschinen. Eingebaut wurden zwei Denver-Maschinen (6 Zellen à 1 m³ und 16 Zellen à 1,4 m³) und eine Wedag-Maschine (18 Zellen à 1,2 m³).

1952 ist einer MS-Maschine der Zinkflotation durch eine 18-zellige Krupp-Maschine ersetzt worden.

1953 erfolgte eine Erweiterung der Pyritflotation durch Aufstellung einer zweiten 16-zelligen Maschine.

Ab 1954 wurden die Flotationszellen, die durch die Umstellung der Zinkmittelprodukt- und das Pyritstufe frei geworden waren, zusätzlich in den Reinigungsstufen.

eben der Veränderung der Maschinenanordnung wurden auch Verbesserungen an den Maschinen vorgenommen. Beispielsweise wurden ab 1954 nach und nach alle Flotationszellen auf gummierte Rührer umgerüstet, die eine deutlich höhere Laufzeit hatten als Rührwerke, deren Oberfläche ungeschützt war.

1955 wurde das Schaltschema der Zinkflotation noch einmal geändert:

- Keine Nachklassierung des Vorkonzentrats mehr.
- Stattdessen eine zweite Nachreinigung.
- Dabei Herstellung eines „Zinkkonzentrats 1“.
- Das Mittelprodukt wurde nun auch nachgemahlen und nachflotiert.
- Dabei fiel ein „Zinkkonzentrat 2“ an.
- Ersatz der Rechenklassierer durch Zyklone.

1956 wurden zwei neue Maschinen für die Zink-Pyritstufe zusätzlich in Betrieb genommen und Versuche mit einer 3 m³-Großraumflotationszelle erfolgreich abgeschlossen. Nach und nach sind drei solcher Maschinen als Ersatz im Blei-, Zink- und Schwerspatkreislauf aufgestellt worden. Sie hatten jeweils 12 Zellen pro Maschine.

1957 wurde die Zinkstufe auf nur noch zwei Systeme umgestellt, jeweils mit Maschinen mit zwölf 3 m³-Zellen. Gleichzeitig wurden die letzten MS-Zellen ersetzt durch 24 Zellen à 3 m³.

1958 wurde die gesamte Flotation von drei auf zwei Systemen umgestellt

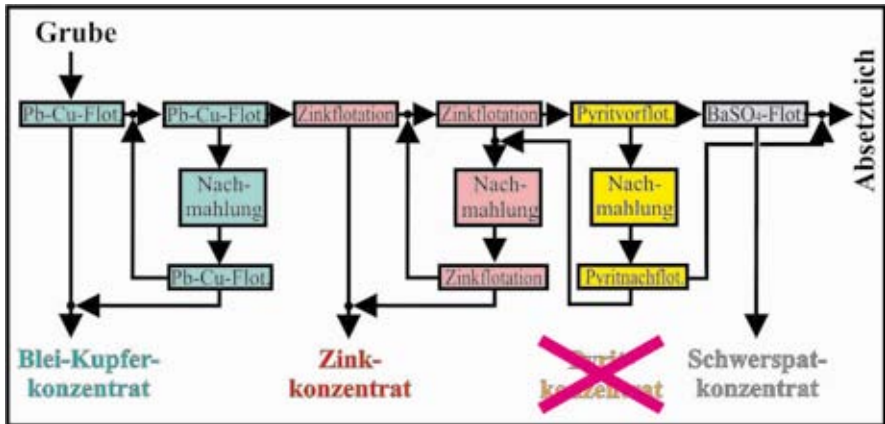


Abb. 10.4.: Stark vereinfachter Stammbaum 1959

und 1962 die separate Verarbeitung des Zink-Pyritmittelprodukts aufgegeben (s. Abb. 10.4). Dadurch konnten 1963 die Bleistufe und die Zinkstufe auf vier Reinigungsstufen erweitert werden.

Die kontinuierlich anfallenden Reparatur- und Erneuerungsarbeiten erforderten jährliche planmäßige Stillstandszeiten. Sie wurden ab 1965 durch die Einführung einer dreiwöchigen Betriebsruhe auf einen feststehenden alljährlichen Termin konzentriert und damit besser planbar.

1969 wurde eine 3 m³-Zelle für die Reinigung des Zinkkonzentrats II aufgestellt worden. 1970 wurden zwei Isotopenmessgeräte für Trübungsmessung in der Blei- und Zinkstufe in Betrieb genommen. Sie befanden sich an einer der zentralen Stahlträger-Pfeiler in der Flotationsebene.

1974 wurde die Zinkflotation entsprechend der neuen Erkenntnisse aus der Berechnungen der Flotationskin-

etik neu gestaltet. Gleichzeitig wurde die Pyritmaschine II komplett ausgetauscht.

1975 wurde die Zinkmaschine I überholt und eine weitere 3 m³-Zelle für Reinigung der Zinkmaschine I in Betrieb genommen. 1976 erfolgte die Umgestaltung der Bleiflotation auf nur noch ein System. Zusätzlich wurde eine weitere 3 m³-Zelle für Reinigung der Bleimaschine I in Betrieb genommen.

1978 wurden die Flotationsmaschinen Pb IIa, Zn IIa, und Zinkreinigung ausgewechselt. 1979 kam zusätzlich eine 3 m³ Zelle für Reinigung der Bleikonzentrate I und II dazu. 1980 folgte die Auswechslung der Flotationsmaschine Pb III und 1981 der Flotationsmaschine Pb I. Damit war das Auswechslprogramm beendet. /KLS 1984/

In den letzten sieben Jahren bis zur Betriebsschließung ist die Herstel-

lung von Blei- und Zinkkonzentrat im Wesentlichen unverändert weiter gelaufen. Die Verbesserung der Sortenreinheit war zwar weiter betrieben worden, wurde aber im Falle des Zinkkonzentrats betriebswirtschaftlich unnötig. Das lag daran, dass die Lieferungen an die Zinkhütte Harlingerode eingestellt geworden waren. Bis dahin wurde versucht, die Bleiegehalte im Zinkkonzentrat möglichst niedrig zu halten. Der neue Abnehmer, die Berzelius-Hütte in Duisburg, benutzte das Imperial-Smelting-Verfahren, bei dem beide Metalle gewonnen werden konnten. Der Bleiegehalt wurde nun nicht mehr wie zuvor als Verunreinigung und Grund für Abzüge vom Preis betrachtet, sondern sogar vergütet. In der Rammelsberger Flotationsanlage brauchte deshalb nicht mehr so streng auf einen geringen Bleiegehalt geachtet werden. Es war sogar erwünscht, das Metallausbringen auf Kosten der Reinheit zu erhöhen.

10.5 Herstellung von Pyritkonzentrat 1936 bis 1959 und 1968 bis 1973

Von Beginn des Flotationsbetriebs an war ein Pyritkonzentrat hergestellt und an die Hütten geliefert worden. Gespräche zwischen Mitarbeitern des Bergwerks, der Aufbereitung und der Hütten hatten 1959 ergeben, dass die vom Rammelsberg bezogenen Pyritkonzentrate nicht verarbeitet, sondern bereits seit Jahren verhandelt worden waren. Daraufhin wurde Ende März 1959 die Herstellung von Pyritkonzentrat eingestellt. Herausflotiert werden musste der Pyrit aber trotzdem, denn das war die verfahrenstechnische Voraussetzung

für die anschließende Schwerspatflotation. Wäre der Pyrit nicht vor der Schwerspatflotation heraus genommen worden, dann wäre er mit aufgeschwommen und hätte die Qualität des Schwerspatkonzentrats beeinträchtigt. Der anfallende Pyrit ist zusammen mit den Abgängen der Schwerspatflotation in den Schlammteich gepumpt worden (vgl. Abb. 10.4).

Für wenige Jahre ist dann aber doch noch einmal Pyrit für den Verkauf hergestellt worden. Die Firma VEB Mansfeld hatte Interesse daran bekommen und war daraufhin 1968 bis 1973 beliefert worden. Später stellte sich heraus, dass nicht der Pyrit im Mittelpunkt des Interesses gestanden hatte, sondern die anderen noch zu ungefähr 6% enthaltenen Metalle. Es war aber auch dem Mansfelder Betrieb nicht möglich, einen Nutzen daraus zu ziehen. Die Lieferungen wurden daraufhin wieder eingestellt. Sie hatten auch dem Erzbergwerk Rammelsberg keinen finanziellen Nutzen gebracht. Dafür waren die gezahlten Preise zu niedrig. Aber die Kapazität der Absatzteiche ist dadurch nicht so stark in Anspruch genommen worden.

Von 1973 bis zum Betriebsende ist das Pyritvorkonzentrat allerdings wieder mit den Flotationsabgängen in das Absatzbecken gepumpt worden. /KLS 1984/

10.6 Herstellung von Kupferkonzentrat 1961 bis 1988

Eberhard Klössel, der 1956 von der LURGI in die Aufbereitungsanlage in

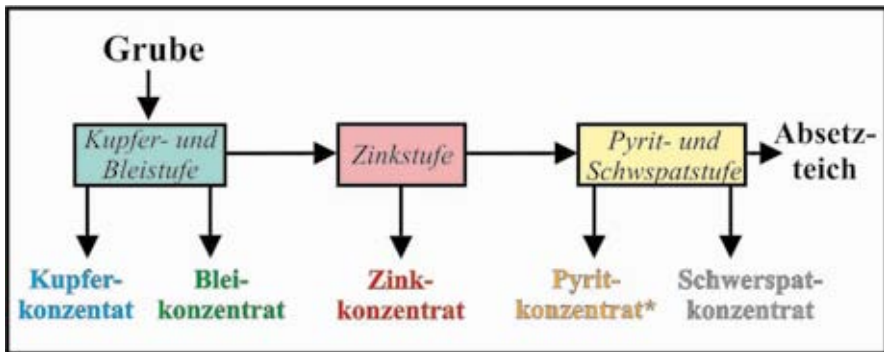


Abb. 10.6.a: Stark vereinfachter Stammbaum ab 1961, hier neu: Herstellung eines Kupferkonzentrats

Bad Grund eingesetzt worden war, ist 1957 zum Rammelsberg gekommen und hat hier unter anderem die Versuche zur Herstellung von Kupferkonzentrat wieder aufgenommen. Dabei ist es ihm gelungen, ein Kupferkonzentrat mit ungefähr 20% Kupfergehalt herzustellen. (Zum Vergleich: International verkaufsfähig wären damals schon Konzentrate von 18% gewesen.)

1960 hat Klössel die Flotationsanlage so modifiziert, dass mit ihr Kupferkonzentrat großtechnisch hergestellt werden konnte (s. Abb. 10.6.a). Dabei hat er das SO₂-Verfahren verwendet (Bildung von Schwefliger Säure durch Einleiten von SO₂ in die Trübe) und damit vor der Bleiflotation ein Kupferprodukt ausgeschwommen. Es ist anschließend in eine Reinigungsstufe gegeben worden. Erreicht wurde dadurch ein Kupfergehalt von ungefähr 20%.

Kraume war zwar auch schon bekannt gewesen, dass sich Schweflige Säure als Reagenz einsetzen ließ. Er hatte damit experimentiert, dieses

Verfahren aber für den großtechnischen Einsatz als zu unvorteilhaft empfunden und deshalb stattdessen Natriumbichromat verwendet. Klössels Innovation war, Schwefeldioxyd direkt in die Trübe zu geben. Das Gas mischte sich ohne Komplikationen in der Trübe und ließ sich gut dosieren. Dabei bildete sich Schweflige Säure, deren Wirkung der der Schwefelsäure ähnlich war. Anfängliche Bedenken hinsichtlich einer möglichen gesundheitlichen Gefährdung der Belegschaft zerschlugen sich innerhalb kurzer Zeit.

Ab 1961 wurden die Abgänge der Kupferflotation der Bleiflotation zugeschlagen und gleichzeitig die Bleiflotation durch eine dritte Reinigungsstufe erweitert (s. Abb. 10.6.b). Ab 1969 ist zur Verbesserung des Kupfergehalts zusätzlich Bichromat verwendet worden. 1972 konnte der Kupfergehalt des Konzentrats durch weitere Verfahrensoptimierungen auf 21% gesteigert werden. 1978 war die Auswechslung der Kupferflotationszellen abgeschlossen. Die Anlage lief in dieser Aus-

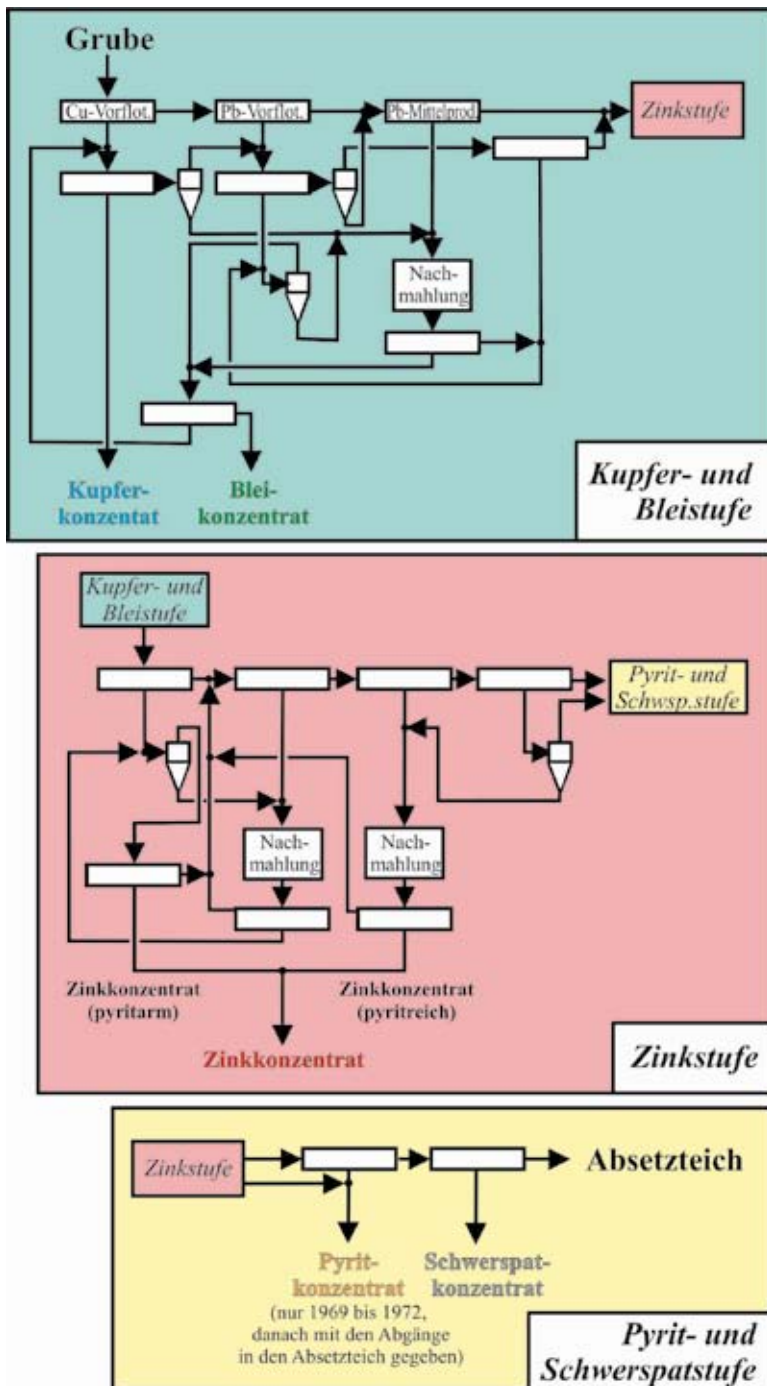


Abb. 10.6.b: Vereinfachter Stammbaum ab 1972, aufgeteilt in Kupfer-Bleistufe, Zinkstufe und Pyrit-Schwerspatstufe

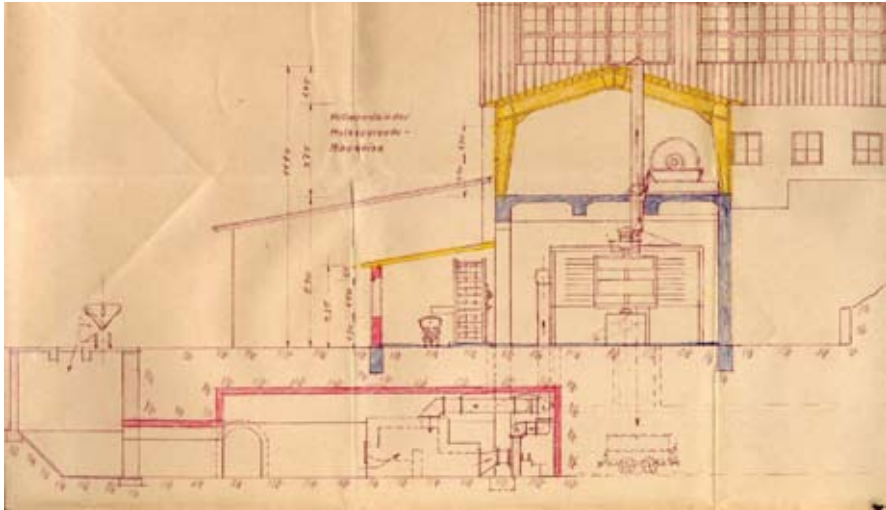


Abb. 10.7.a: Schnitt durch die 1943 gebaute provisorische Schwerspatanlage von Süden gesehen /BAC 1935/

baustufe bis zum Betriebsende. /KLS 1984/

10.7 Herstellung von Schwerspatkonzentrat 1939 bis 1988

Bis 1939 bestanden die Flotationsabgänge zu ungefähr einem Drittel aus Schwerspat. Das hatte Emil Kraume bewogen, großmaßstäbliche Versuche zur Herstellung eines Schwerspatkonzentrats zu unternehmen. /KLS 1984/

Die Nachfrage nach Schwerspat war zwar in den frühen 1940er Jahren nicht sehr groß, aber mit dem Verkauf von Schwerspat bestand die Chance, die sehr begrenzte Kapazität der Absetzteiche zu schonen. Kraume hatte schon 1930 in Versuchen mit der Schwerspattotation nachgewiesen, dass er sich relativ unkompliziert aus den Ramelsberger Erzen flotieren lässt. 1943

wurde dafür eine zusätzliche Flotationsstufe eingerichtet (s. Abb. 10.7.a bis d).

Der Bau geschah vorerst nur behelfsmäßig, weitgehend mit betriebseigenen Kräften und unter Nutzung betriebseigener Reserven. Die Anlage befand sich am südlichen Ende der Filteranlage (s. Abb. prov. Schwerspatanlage, Schnittdarstellung und Stammbaum). Dort wurde eine selbst gebaute 16-zellige Maschine aufgestellt, ein Eindicker und ein Trockner. Das hergestellte Konzentrat enthielt 95% Schwerspat.

Die Schwerspattotation entwickelte sich zwar gut, der Schwerspattverkauf dagegen nicht. Kriegsbedingt fehlten Waggons für den Versand. Deshalb wurde der hergestellte Schwerspat am Ufer des Schlammteichs aufgehaldet. Im November 1944 wollten die Unterharzer Berg- und Hüttenwerke von der

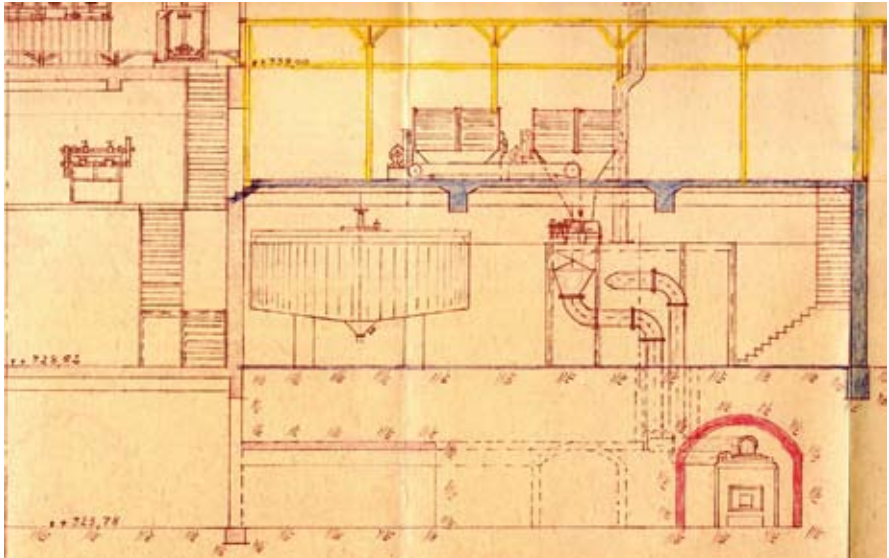


Abb. 10.7.b: Schnitt durch die 1943 gebaute provisorische Schwerspatanlage von der Werkstraße gesehen /BAC 1935/



Abb. 10.7.c: Riss der 1943 erbauten Schwerspatflotationsgebäude, Trockner in der U-Bahnhof-Ebene /BAC 1935/

Stadt ein Gelände im Gelmketal zur Lagerung von Schwerspat einschließlich des Platzes für die Anlage eines Absturzgleises und eines kleinen Filterhauses kaufen. Im Januar 1945 erklärten sie, dass der Damm vom Absetzteich bereits jetzt erhöht werden müsse, was unter den herrschenden Kriegsbedingungen nicht möglich wäre. Deshalb müsse den Abgängen der Schwerspat entzogen und wegen Absatzproblemen am Rande des Absetzteiches aufgehalten werden. Ende 1945 befanden sich dort schon über 800 t Schwerspat. Das Abkippleis war gebaut und das Holzfachwerk für das geplante Filtergebäude fertig gestellt. /BAC 2983/

1945 wurde die Schwerspatanlage weiter ausgebaut und zusätzlich ein 6,5 m-Holzeindicker angeschafft. /KLS 1984/

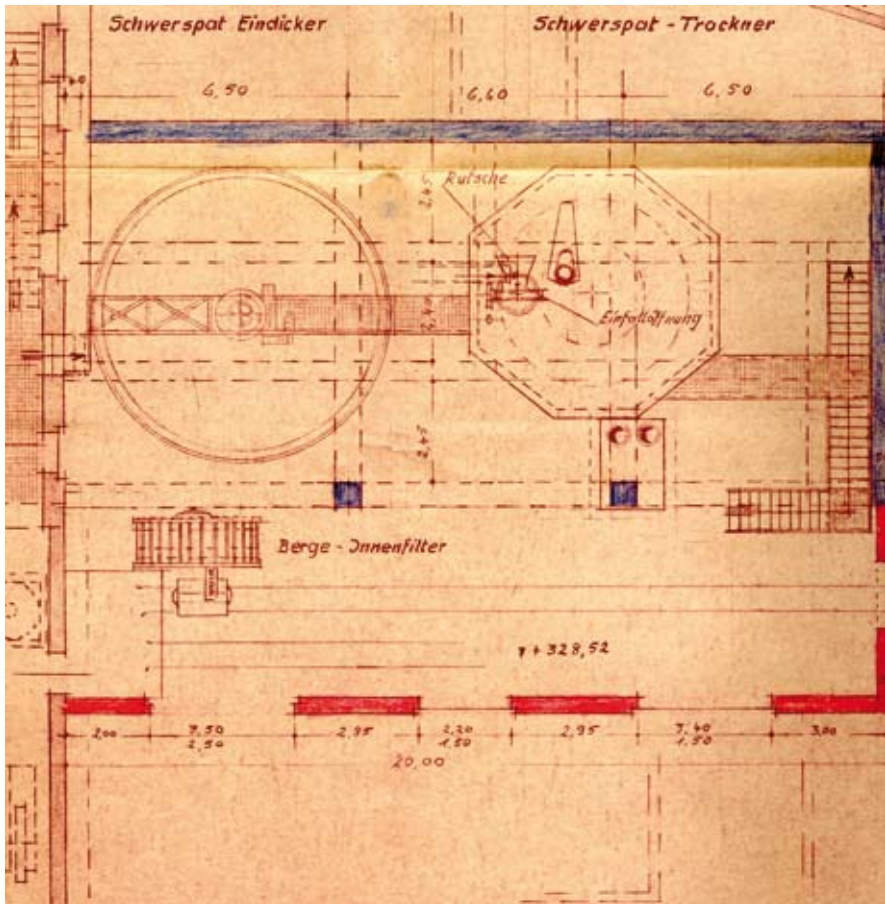


Abb. 10.7.d: Riss der 1943 gebauten provisorischen Schwerspatanlage, Eindickerebene /BAC 1935/

Nach dem Krieg ist die Schwerspatproduktion vorerst nicht wieder aufgenommen worden. Die Herstellung von Blei-Kupferkonzentrat, Zinkkonzentrat und Pyritkonzentrat konnte dagegen fast ohne Unterbrechung weitergeführt werden. Die provisorische Schwerspatanlage sollte von Grund auf neu und mit deutlich größerer Leistungsfähigkeit gebaut werden. Vorerst standen dafür nicht die notwendigen

Investitionsmittel zur Verfügung. Das war erst nach der Währungsreform der Fall. 1948 erfolgte der Abriss der provisorischen Schwerspatanlage und Ende 1948 stattdessen der Bau eines massiven Gebäudes. Darin wurde unter anderem ein Trockner (Bauart Büttner) eingebaut. 1949 ist der Bau Schwerspatanlage durch Einbau eines Filters (Bauart Dorr) abgeschlossen worden.

1953 stockte der Schwerspatverkauf. Die Trocknung musste eingestellt werden. Die Käufer, im Wesentlichen Tiefbohrunternehmen, die den Schwerspat als Bohrspülung benutzen, gaben an, dass durch den Schwerspat die Bohrspülung aufschäumt. Offensichtlich waren noch zu viele Flotationsreagenzien enthalten. Versuche ergaben, dass das Konzentrat auf über 800°C erhitzt werden musste, um diese Reagenzien auszutreiben. Das ließ sich am Ramelsberg nicht realisieren. Deshalb wurde das Konzentrat zur Hütte nach Oker gebracht und dort in einem Drehrohrofen entsprechend nachbearbeitet.

In der Zeit bis 1959 hatte sich gezeigt, dass die Schwerspatanlage einschließlich ihres Gebäudes nicht mehr den Anforderungen entsprach. Das alte Gebäude wurde abgerissen und mit größeren Abmessungen am gleichen Ort neu gebaut (s. Abb. 10.7.e). Die Schwerspatanlage ist dabei neu gestaltet worden, insbesondere durch den Bau einer neuen, zusätzlichen Flotationsmaschine (Zellen mit einem Volumen von jeweils 3 m³) und eines Eindickers mit 12 m Durchmesser. Ende 1959 wurde die Schwerspatanlage in Betrieb genommen.

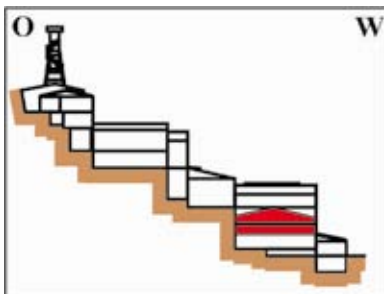


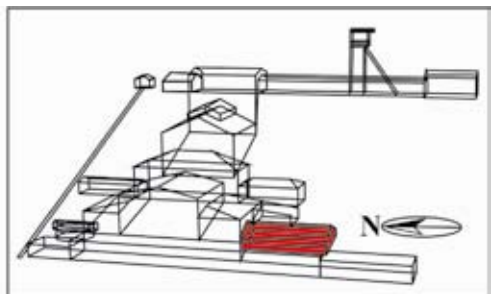
Abb. 10.7.e: 1959 erbautes Schwerspatflotationshalle /BAC 1958/

1961 wurde die letzte MS-Maschine durch 16-zellige Krupp-Maschine ersetzt. Sie war bis dahin in der Schwerspatflotation eingesetzt gewesen. 1969 kam dort eine weitere Flotationsmaschine hinzu. Sie hatte zwölf Zellen à 3 m³ und ist in einem eigens dafür südlich von der Flotationsebene errichteten Anbau untergebracht worden (vgl. Kap. 9.7., s. Abb. 10.7.f).



Abb. 10.7.f: Südlicher Erweiterungsbau auf dem Höhnenniveau der Flotationsebene, 1969 erbaut für die neue Schwerspatflotationsmaschine /BAC 1958/

Insgesamt arbeiteten nun 46 Zellen mit 83 m³ in der Schwerspatflotation. 1972 sind im Schwerspatflotationsgebäude noch einmal weitere 3 m³-Zellen für die Schwerspatflotation aufgestellt worden. /KLS 1984/



Seit 1977 wurde die Nachfrage nach Schwerspat größer. Deshalb ist 1977 bis 1979 der Abbau des bis dahin nicht abgebauten Lagerstättenteils Grauerzkörper begonnen worden, der vor allem Schwerspat enthielt. Anfangs erfolgte die Grauerzaufbereitung in einem gesonderten Verfahrensgang. Später (wann?) wurden täglich 30 bis 60 t dem Lagererz beigemischt und im regulären Betrieb der Rammelsberger Aufbereitung mit verarbeitet. /BAR 1988/

1979 erfolgte die Erneuerung der Flotationsmaschinen BaSO₄ III und MPI (Mittelprodukt Zink-Stufe). /KLS 1984/

1987 hatten die Metall- und Schwerspatpreise so stark nachgelassen, dass der Grauerzabbau ab Februar eingestellt werden musste. Die Schwerspataufbereitung lief jedoch bis zur Betriebsstillegung der gesamten Anlage weiter und verarbeitete den im Lager- und Banderz enthaltenen Schwerspat. /BAR 1988/

10.8 Abtrennung von Bergesand von 1942 bis 1959

Eine andere Alternative für die Unterbringung von Flotationsabgängen war, die gröbere Kornfraktionen (Bergesand) zurück in die Grube zu bringen und dort als Versatz in die ausgeerzten Hohlräume zu füllen. Damit sollte die Standsicherheit der Grubenhohlräume verbessert, der Aufwand für anderweitig zu beschaffende Versatzmassen gespart und gleichzeitig die Kapazität der Absetzteiche geschont werden.

Im Erzbergwerk Grund hatte sich das gut bewährt. Dort wurde aber mit dem Sink-Schwimmverfahren ein völlig anderes Aufbereitungsverfahren eingesetzt, bei dem ein deutlich gröberer Bergesand anfiel.

Am Rammelsberg ist mit Hilfe eines zwei Meter breiten Rechen-Klassierers, der bis dahin zusammen mit der Mühle V eingesetzt wurde, die Kornfraktion >0,075 mm aus den Flotationsabgängen separiert worden. Der hergestellte Bergesand hatten maximale Korngrößen zwischen 0,1 und 0,2 mm.

Obwohl der Bergesand mit einem Innenfilter entwässert wurde (s. Abb. 10.3.a und c), bereitete er in der Grube große Probleme. Das bestehende Rolllochsystem war für Schotter und rolliges Material ausgelegt und nicht für feinen Bergesand. Beim Transport nach untertage wurden Förderwagen eingesetzt. Durch die dabei auftretenden Vibrationen entstand an der Oberfläche eine Wasserschicht. Der Feststoffanteil verdichtete sich zu einer klebrig-festen Schicht. Beim Abkippen der Wagen schwappte das Wasser in die Bergerolllöcher. Der Bodensatz blieb im Förderwagen kleben.

Versuche mit Papierbahnen, die vor dem Befüllen in die Förderwagen gelegt wurden und die ein Ankleben verhindern sollten, verliefen ungünstig. Beim Abkippen fiel nach dem ersten Wasserschwall der Feststoff mit zu großer Wucht in das Rollloch. Besonders bei leer gezogenen Rolllöchern bereitete das große Probleme.

Diese Kornfraktion machte aber ungefähr 30% der anfallenden Flotationsabgänge aus, so dass allein aus diesem Grund an der Bergesandherstellung festgehalten wurde. Beispielsweise sind 1943 11.000 t Bergesand in die Grube gekommen. Trotzdem stand 1949 im Absetzbecken nur noch Stauraum für zwei Jahre zur Verfügung. Deswegen wurde die Verwertung von Bergesand als Versatzmaterial verstärkt. 1954 wurde der Rechenklassierer durch einen Zyklon ersetzt. /KRA 1954a/

Die anhaltenden Probleme führten aber dazu, dass diese Nachnutzung der Flotationsabgänge 1959 beendet wurde. /BAR 1988/, /KLS 1984/

10.9 Herstellung von Blasschiefer 1941 bis 1951

1941 wurde in der Neuen Aufbereitungsanlage die gesonderte Klaubung der Kupfererze eingestellt. Damit stand auch das Vor- und Mittelzerkleinerungssystem (ein Backenbrecher und ein Esch-Walzenbrecher) für anderweitige Nutzungen zur Verfügung.

Gleichzeitig wurde untertage das Blasversatzverfahren zum Ausfüllen und Stabilisieren ausgeerzter Abbauhohlräume eingeführt. Genutzt wurde der Schiefer, der untertage aus bergbautechnischen Gründen mit anfiel und übertage in einem gesonderten Steinbruch (Tagebau Schiefermühle) eigens für die Versatzschiefergewinnung abgebaut wurde. Die Blasmachinen, die den Schiefer in die Abbauhohlräume blasen sollten, benötigten allerdings Schiefer,

der vorzerkleinert worden war. Dafür wurden nun die Brecher verwendet, die bis dahin die Kupfererze zerkleinert hatten. Der Weg des Schiefers verlief wie zuvor der der Kupfererze durch das Rolloch zum U-Bahnhof, von dort aber nach untertage.

1951 ist eine untertägige Bergebrechanlage in Betrieb gegangen und damit die Brecherkapazität in der Aufbereitungsanlage wieder für die Erzzerkleinerung frei geworden. Genutzt wurde sie ab 1953 für die Banderzzerkleinerung.

10.10 Erzvorzerkleinerung für die Aufbereitungsanlage Bollrich 1953 bis 1987

Die Vorzerkleinerung der Banderz erfolgte nicht am Bollrich sondern in der Anlage Rammelsberg mit der Brecherkapazität, die bis 1951 für die Blasschieferzerkleinerung und davor für die Kupfererzzerkleinerung benutzt worden waren. Die maximale Kantlänge des Brechguts betrug <15 mm. Alle drei Zerkleinerungssysteme konnten nun nach ein paar Umbaumaßnahmen je nach Bedarf mit Lagererz oder Banderz beschickt werden. Das zerkleinerte Banderz gelangte durch das Rolloch zum U-Bahnhof und wurde von dort durch den Gelenbecker Stollen zum Bollrich transportiert. /KRA 1955/

Hinsichtlich der Feinzerkleinerung war aus dem Fehler der Neuen Aufbereitung am Rammelsberg gelernt worden. Die Anlage stand auf einem durchgehenden Höhenniveau und es

gab nur noch ein System statt mehrerer kleinerer. Der Personalbedarf war deshalb nur halb so groß wie bei der Aufbereitungsanlage am Rammelsberg. Das kam daher, weil einerseits die Vor- und Mittelzerkleinerung am Rammelsberg für beide Anlagen lief und andererseits, weil dort die Hanglage zulasten der Übersichtlichkeit und räumlichen Konzentration ging.

Für die Mahlung gab es am Bolrrich eine Stabmühle (Durchmesser 1,8 m, Länge 2,5 m, 10,5 t Stabfüllung, 80 mm Stabdurchmesser) kombiniert mit einem Rechenklassierer. Sie hatte das Erz von 15 auf 1 mm zu mahlen. Eine Kugelmühle (Durchmesser 2,2 m, Länge 3,2 m, 15 t Kugelfüllung, 40 mm Kugeldurchmesser) mit Schlüsselklassierer diente der weiteren Mahlung auf <0,04 mm (galt für 50-55% des Mahlgutes). Eine Spiralpumpe hob die Trübe zur Flotation. Die Flotation erfolgte in den gleichen Stufen wie am Rammelsberg:

- Blei-Kupfer-Flotation (ab 1974),
- Zink-Flotation und
- Pyrit-Flotation (bis 1959).

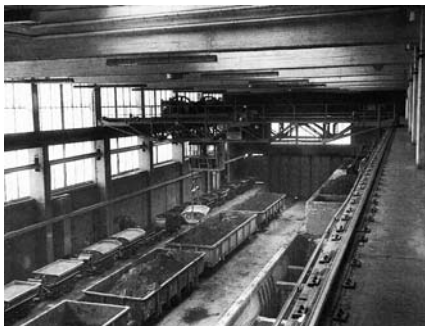


Abb. 10.10: Umladung von Schmalspur auf Normalspur Bollrich /BAR 1988/

Alle Flotationsmaschinen bestanden aus Fahrenwald-Denver-Zellen. Die Konzentrateindickung erfolgte mit 6 m-Eindickern und die Filtrierung/Entwässerung auf den gleichen Vakuumtrommelfiltern wie am Rammelsberg. Verladen wurden die Konzentrate aus Bunkern mit einem Greiferkran in Normalspurwagen (s. Abb. 10.10).

11 Ende des Aufbereitungs- betriebs und Übergabe an unser Museum

In den 1960er Jahren hatte sich abgezeichnet, dass die Erzförderung spätestens Ende der 1980er Jahre eingestellt werden musste. Einerseits wurde berechnet, wie groß die noch vorhandenen Erzreserven waren beziehungsweise wie lange sie bei einem bestimmten jährlichen Fördervolumen und einer bestimmten durch den Grubenbetrieb einzuhaltenden Roherzqualität reichen würden. Andererseits waren sowohl bei den Weltmarktpreisen als auch bei der Entwicklung der Herstellungskosten Tendenzen vorherzusehen. Aus beiden Betrachtungen resultierte eine Betriebschließung für das Jahr 1988. 1987 war der Termin auf Ende Juni 1988 festgelegt worden. Am 29. Juni 1988 ist die Aufbereitung Rammelsberg leer gefahren worden. /KLS 1984/

Einer der Grundsätze der Betriebsführung des Rammelsbergs war, den Betrieb streng nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten auszurichten. Davon abweichende zusätzliche finanzielle Belastungen wären nicht im Sinne der Aktionäre der PREUSSAG AG gewesen und hätten die Betriebsdauer ver-

kürzt. Die Werkleitung hatte deshalb den Umfang der Reparatur-, Werterhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen in den letzten Betriebsjahren immer weiter zurück genommen und die baulichen Erhaltungsmaßnahmen so bemessen, dass der Betrieb sicher bis 1988 geführt werden kann, aber nicht langfristig darüber hinaus. Das bewirkte, dass die Gebäude, Anlagen und Maschinen 1988 planmäßig einen hohen Verschleißgrad erreicht hatten.

Weiter reichende Arbeiten, zum Beispiel zur Erhaltung der Erzaufbereitungsanlage als Denkmal und die Nachnutzung als Museum lagen für die PREUSSAG außerhalb der Möglichkeiten. Maßnahmen zur Imagepflege, beispielsweise durch die Einrichtung eines firmeneigenen Bergbaumuseums oder die dauerhafte aktive Unterstützung eines durch die öffentliche Hand getragenen Bergbaumuseums konnte nicht in Betracht gezogen werden.

Es lässt sich heute nicht mehr feststellen, wer der eigentliche Initiator des Rammelsberger Bergbaumuseums gewesen war und wem die Erhaltung der Tagesanlagen und besonders der Aufbereitungsanlage zu verdanken ist. Im Laufe der Zeit waren viele beteiligt – ein Zeichen dafür, dass der Wille zur Denkmalerhaltung und zur musealen Präsentation in Goslar und darüber hinaus fest verwurzelt ist. Und der Erfolg hat den Initiatoren schließlich Recht gegeben, dass ihre Ideen trotz anfänglicher Schwierigkeiten und zu überwindender gegenteiliger Meinungen richtig waren und sind.

Einer der Ersten, die den Denkmalwert richtig eingeschätzt und in einer Veröffentlichung nachdrücklich betont haben, war Rainer Slotta, Direktor des Deutschen Bergbaumuseums Bochum. /SLO 1975/

Die Museumsvorgeschichte hatte aber schon viel früher begonnen. Spätestens seit der Zeit Goethes haben sich immer wieder Besuchergruppen die Betriebsanlagen angesehen. Anfang des 19. Jahrhunderts musste bereits ein eigenes Zimmer für Besucherschutzkleidung und ein eigener betrieblicher Rechnungsposten für die Abrechnung von Besucherführungen eingerichtet werden.

Bereits in den frühen 1920er Jahren gab es in einem Geschäft auf der Nordseite des Goslarer Marktplatzes eine Ausstellung, die sich Rammelsberger Bergbaumuseum nannte. Sie hatte allerdings nicht lange Bestand. Das Stadtmuseum Goslar hatte dagegen ein sogenanntes „Rammelsbergzimmer“ eingerichtet, in dem sowohl eine geologisch-mineralogische Sammlung gezeigt wurde als auch eine Ausstellung zur Geschichte des Goslarer Bergbaus.

Die Initiative, den gesamten Gebäudekomplex der Rammelsberger Tagesanlagen zu erhalten, geht auf Albert Sudhoff zurück. Er hatte 1981 mit dem ehemaligen Leiter des Bergamts Goslar Bergdirektor a. D. Ernst Mehl, dem ehemaligen Rammelsberger Abteilungssteiger Hans Westphal und Kameraden des Goslarer Knappenvereins begonnen, aktiv für den Erhalt

der gesamten Tagesanlagen des Rammelsbergs und für ein zu gründendes Rammelsberger Bergbaumuseum zu werben. Besonders engagierte Unterstützung kam von Anfang an von der Redakteurin der Goslarschen Zeitung Dr. Ursulla Müller. Auf Initiative Sudhoffs ist am 27. Januar 1985 schließlich unser Verein gegründet worden, damals noch ausschließlich mit dem Ziel, ein Rammelsberger Bergbaumuseum ins Leben zu rufen.

Diskutiert wurden verschiedene Modelle einer Museumsträgerschaft. Von Seiten der Bundesregierung konnte keine dauerhafte Unterstützung kommen, denn die Kulturpolitik ist in der Bundesrepublik Ländersache. Lediglich zeitweise konnten aus Bundes-Denkmalförderprogrammen Zuwendungen erfolgen, über die aber von Fall zu Fall entschieden werden musste. Das Land Niedersachsen war nicht bereit, ein Rammelsberger Bergbaumuseum als Landesmuseum zu gründen. Es stellte aber eine Unterstützung in Aussicht, wenn sich die Stadt Goslar fest engagieren würde.

Sollte ein Museum entstehen, dann blieb also nur die Möglichkeit eines kommunalen Museums oder eines eigenständigen Museums mit kräftiger Unterstützung durch die Stadt Goslar. Unser Verein hatte in dieser Phase über 4.000 Unterschriften für eine Museumsgründung gesammelt und damit das eindeutige Votum der Bevölkerung gezeigt. Das hatte den Rat der Stadt davon überzeugt, dass in der Bevölkerung Goslars eine breite Zustimmung für eine Museumsgründung besteht. Im

Juni 1988 entschied die Ratsversammlung, ein Rammelsberger Bergbaumuseum zu gründen – eine Entscheidung, für die den damaligen Ratsmitgliedern großer Dank gebührt.

Nun wurde zum Teil recht kontrovers über eine sogenannte Kleine und eine sogenannte Große Lösung diskutiert. Die Kleine hätte nur ein Museumsbetrieb im Röderstollen und einige wenige Besuchergebäude im Bereich der Waschkau und des südlichen Pfortnergebäudes umfasst. Namentlich die Erzaufbereitung sollte nicht mit übernommen werden.

Die Große Lösung sah vor, das gesamte Erzbergwerk Rammelsberg einschließlich der Erzaufbereitung als Museum zu nutzen, was schließlich auch realisiert worden ist. Für die Erhaltung der Erzaufbereitung hatte im Wesentlichen gesprochen, dass der Denkmalkomplex sonst um sein Zentrum beraubt gewesen wäre und dass sich dadurch die Möglichkeit ergab, doch noch mit der PREUSSAG Verhandlungen über eine Unterstützung aufnehmen zu können.

Die PREUSSAG hätte gemäß Bundesberggesetz nach Betriebsschluss den Ausgangszustand der Tagesoberfläche wieder herstellen müssen, wenn kein vom Bergamt akzeptierter Nachnutzer gefunden worden wäre. Das hätte den Abriss aller Gebäude und Rekultivierungsmaßnahmen erfordert und damit einen großen finanziellen Aufwand. Einen entsprechenden Abrissantrag hatte die PREUSSAG bereits beim Bergamt gestellt. Die vorgesehene Übernah-

me durch unser Museum ermöglichte dagegen, ohne Abriss auszukommen und damit in erheblichem Umfang Kosten einzusparen. Außerdem ließ sich auf diese Art das drohende Problem der Altlastensanierung umgehen. Es begannen Gespräche zwischen der PREUSSAG und der Stadt Goslar, die eine Übergabe an unsere 1989 gegründete Rammelsberger Bergbaumuseum GmbH, deren Hauptgesellschafter die Stadt ist, vorbereiteten.

Vereinbart wurde eine schrittweise Übergabe aller unter- und übertägigen Anlagen und Gebäude. In einem ersten Schritt gestattete die PREUSSAG 1990 dem Museum die Nutzung von Teilen des Röderstollens, der Waschkaue und des Pfortnergebäudes am südlichen Ende der Werkstraße. 1992 kamen weitere Gebäude hinzu, allerdings mit dem Vorbehalt der bedarfsweisen Weiternutzung durch die PREUSSAG bis zum Ende der Betriebsschließungsmaßnahmen. Dazu gehörten die Aufbereitung, das Kesselhaus und die Schmiede. Bis 1995 blieben alle Bereiche der Aufbereitung für Museumsbesucher gesperrt. Bautechnische Sicherheits- und Sanierungsprojekte konnten aber bereits beginnen. Bis 1997 waren allerdings noch die obere Etage einschließlich Wagenumlauf, der Hängebank des Rammelsbergschachtes und Fördermaschinenhaus, die Pumpen-, Eindicker- und Filterebene und der U-Bahnhof gesperrt.

Diese Bereiche konnten erst 1997 einbezogen werden. Gleichzeitig wurden die Schlosserei, die Holzwerkstatt, das Holzlager und der Holzlagerplatz

übergeben. Die Aufbereitungsgebäude und Anlagen westlich der Werkstraße werden noch heute von der PREUSSAG-Nachfolgerin BGG (Bergbau Goslar GmbH) genutzt und erst demnächst in die volle Verfügungsgewalt unseres Museums übergeben.

11.1 Teildemontage

Am 4. Dezember 1992 wurde zwischen der PREUSSAG und Stadt Goslar ein Übergabevertrag für die Gebäude der Aufbereitung, der Energiezentrale, des Kesselhauses und der Schmiede ausgehandelt. Er sah unter anderem vor, dass die PREUSSAG Leistungen übernimmt und damit unser Museum entlastet. Dazu gehörte vor allem der Abriss-, Entsorgungs- und Wiederaufbauarbeiten:

- Abriss der nach Angaben des Bautachters nicht mehr zu erhaltenden Reagenzienbühne, einschließlich der darauf stehenden Behälter und Maschinen,
- Abriss und die Entsorgung der hölzernen Laufstege zwischen den Flotationsmaschinen und
- Abriss von Teilen der Flotationsmaschinen.

Letztere Maßnahme sollte den Erhaltungsaufwand für den großen Maschinenpark, besonders für die vielen Flotationsmaschinen verringern und gleichzeitig auf der Flotationsebene Raum für Besuchergruppen schaffen (s. Abb. 11.1.a). Die Museumsleitung wurde nicht in die Verhandlungen involviert. Ihr Wunsch nach möglichst vollständiger Erhaltung der Maschinen blieb



unberücksichtigt. Später wurden Fragmente der demontierten und bereits ausgebauten Flotationszellen geborgen und wieder eingebaut.

Die Schwerspat-Flotationsmaschinen aus dem südlichen Anbau der Flotationsebene und aus der Schwerspatflotationshalle (heute Raum für Sonderausstellungen) sind von der PREUSAG komplett ausgebaut worden. Die Schwerspatmaschine I (16 Zellen), die Mittelprodukt-Maschine I (Zellen 1 bis 8) und die Traversen und Rührer der Schwerspatvorflotationsmaschine

Abb. 11.1.a: Flotationsmaschine, zum Teil demontiert, Foto Thomas Liebisch 2012



Abb. 11.1.b: Fundamente der ehemaligen Kugelmühlen VI und VII, im Bild Astrid Dützer, Foto 2012

hat die Deutsche Barytindustrie in Bad Lauterberg übernommen. Die Hälfte der Schwerspatmaschine II ist nach Bad Grund und die andere Hälfte zum Bollrich gebracht worden. Die Kugelmühle VI ging an die Firma Heubach Harzer Zinkoxyde in Langelsheim und die Kugelmühle VII an das Ingenieurbüro Kelp (s. Abb. 11.1.b).

11.2 Denkmalpflege- und Museumskonzept

Der Denkmalwert der Rammelsberger Tagesanlagen war in den 1980er Jahren unbestritten, nicht jedoch, welcher Denkmalstatus vorzusehen ist. Reinhard Roseneck, der damals Landeskonservator im Institut für Denkmalpflege Braunschweig und damit zuständig für Goslar war, hat gleichlautend mit Slotta den überregionalen Denkmalwert bestätigt und ging sogar darüber hinaus, indem er einen Antrag auf Aufnahme in die Liste des UNESCO-Weltkulturerbes formulierte. Diesem Antrag folgte die UNESCO 1992. Darin hatte Roseneck eine denkmalpflegerische Zielstellung erarbeitet, die noch heute von unserem Museum vertreten wird. Ein Museumskonzept folgte 1995 vom Verfasser, der damals Geschäftsführer unseres Museums war. Er folgte weitgehend dem Ansatz von Roseneck, wonach in innovativ-exemplarischer Weise die Geschichtsvermittlung an dem Ort erfolgen soll, an dem sie auch stattgefunden hat. Ein weiterer grundlegender Ansatz war die weitgehende Erhaltung der Anlagen und Maschinen in dem Zustand, wie er zur Zeit der Betriebsschließung beziehungsweise Übergabe von der

PREUSSAG an unser Museum gewesen war.

Bauliche Änderungen und Hinzufügungen sollen demzufolge, soweit sie überhaupt notwendig sind, möglichst ohne Eingriffe in die Denkmalsubstanz und ohne Beeinträchtigung des Gesamteindrucks vorgenommen werden. Durch geschickte innovative Anordnung und Formgebung sollen sie dem Besucher nicht auffallen. Ein Beispiel dafür ist die Anpassung der bestehenden Geländer an die heute für öffentliche Gebäude vorgeschriebenen Normen. Insbesondere mussten die Abstände zwischen Handlauf und Knielauf verkleinert werden. Dafür sind dünne Stahlseile eingezogen worden und an Geländerecken dünne gebogene Edelstahlrohre (s. Abb. 11.2.a).



Abb. 11.2.a: Geländerdetail im Treppenhaus zwischen Mittelzerkleinerungs- und Mühlengebäude, Foto 2012

Hinweise und Erläuterungen für die Besucher sollen nur zurückhaltend gegeben werden und nur an den Stellen, an denen sie unbedingt notwendig sind. Das betrifft zum Beispiel die Fluchtwegbeschilderung. Jegliche zusätzlichen Installationen müssen in einem



Abb. 11.2.b: Ausstellung über die Mineralogie und Geologie. Pumpenebene Aufbereitungsanlage, Foto 2012

einheitlichen Stil gestaltet sein. Das gilt sowohl für den gesamten über- als auch untertägigen Museumsbereich.

In Fällen, in denen Änderungen und zusätzliche Einbauten nicht unsichtbar gemacht werden können, wird deren Gestaltung so gewählt, dass dem Besucher der Unterschied zwischen Originaldenkmalsubstanz und hinzugefügten Bauelementen deutlich wird (Zwei-Schichten-Konzept). Dabei wird trotzdem eine zurückhaltende Gestaltung gewählt, gedeckte Farben (vornehmlich matt-anthrazit) und typische Baumaterialarten. Dazu gehören beispielsweise Winkelprofilstahl, Lichtgitterroste, Stahlrohre und Profilbleche.

Ein Beispiel für eine Hinzufügung ist der Besucherweg im Wagenumlauf. Er sorgt für den sicheren Aufenthalt während der Betriebsvorführung fahrender Förderwagen. Andere Beispiele

sind neu eingebaute Toiletten, Ausstellungsvitrinen in der Pumpenebene und Rollstuhlfahrrampen im Bereich der Eindicker.

Abweichend von der authentischen Erhaltung kann an wenigen ausgesuchten Stellen Ausstellungstechnik installiert werden, jedoch nur dort, wo das Verständnis der Besucher für den Betriebsablauf und die früheren Arbeitsbedingungen sonst nicht möglich wäre. Das ist besonders der Fall, wenn die Maschinen nicht mehr in Bewegung vorgeführt und wenn kein Erz, keine schäumende Erztrübe und kein Erzkonzentrat gezeigt werden können. Dort soll den Besuchern anhand von Ausstellungstechnik zur Vermittlung eines besseren Eindrucks geholfen werden. Dafür werden zum Beispiel Monitore und Lautsprecher verwendet, die Filmsequenzen aus der Zeit des ehemaligen Betriebs zeigen. Der

äußere Stil der Ausstellungstechnik soll allerdings wiederum sehr zurückhaltend und der Umgebung angepasst sein (s. Abb. 11.2.b).

Regelrechte museale Ausstellungen werden nur in Räumen gezeigt, in denen keine originale Denkmalsubstanz mehr erhalten ist und deshalb der originale Eindruck nicht zerstört werden kann, zum Beispiel in der Schwerspatflotationshalle, die nun für Sonderausstellungen genutzt wird und in der Pumpenebene, in der heute eine Dauerausstellung über die Mineralogie und Geologie des Rammelsbergs untergebracht ist.

11.3 Denkmalpflegerische Sicherung, Sanierung und Umnutzung durch unser Museum

Bereits seit 1989 hat das Architekturbüro AFB Kleineberg im Auftrage unseres Museums den baulichen Erhaltungszustand der Museumsgebäude, insbesondere auch der Aufbereitungsgebäude erfasst und ihre Sicherung, Sanierung und Umnutzung geplant. Zuerst sind die Baulichkeiten und ihr Zustand dokumentiert worden. Das war zu Betriebszeiten nicht in dem Maße erforderlich gewesen, wie für eine dauerhafte Erhaltung als Denkmal und für eine besuchergerechte Umnutzung. Die vielen im Laufe der Betriebsjahre erfolgten Umbauten und baulichen Veränderungen mussten in eine einheitliche zeichnerische Dokumentation aufgenommen werden, mit der die zu beauftragenden Fachfirmen arbeiten können. Zu betonen ist der

außerordentlich große Aufwand, den das Architekturbüro dafür betrieben hat, die hohe Qualität der Dokumentation und die hervorragenden gestalterischen Arbeiten.

In Zusammenarbeit mit AFB Kleineberg hat ein vom Museum beauftragter Baugutachter den Zustand der Wände, Decken, Träger, Fachwerke und Dachkonstruktionen eingehend untersucht und die notwendigen Sicherungs- und Sanierungsprojekte geplant. Neben einer ganzen Reihe von Maßnahmen waren die aufwendigsten die Sanierung der Fundamente und Außenwände im Bereich unterhalb des Wagenumlaufs, die Auswechslung von Teilen der Dachkonstruktionen und der Ersatz der baufällig gewordenen Reagenzienbühne.

Die Dächer mussten neu gedeckt, Dachöffnungen geschlossen und einige der Schaumbetonplatten gewechselt werden. Die Fenster waren zum großen Teil zu ersetzen. Die hölzerne Fassadenverkleidung war dagegen noch weitgehend in Ordnung, musste aber gestrichen werden. Alle Türen und Tore mussten denkmalgerecht erneuert werden. Sie waren nicht nur verschlissen, sondern entsprachen auch nicht mehr den Sicherheitsanforderungen. Alle Treppen, Geländer und Podeste sind soweit instand gesetzt und komplettiert worden, dass sie den Vorschriften für öffentliche Gebäude mit Besucherbetrieb entsprechen und trotzdem nicht den ursprünglichen optischen Eindruck beeinträchtigen.

Die demontierten Holzlaufroste der Flotationsebene sind originalgetreu

nachgebaut und die ursprünglich vorhandenen Öffnungen geschlossen worden. Anstelle der demontierten Flotationszellen sind in denkmalverträglicher und didaktischer Form Maschinenteile wieder montiert worden, so dass Besucherführungen erleichtert und die Anschaulichkeit verbessert werden (vgl. Kap. 9.7.).

Ebenfalls unter Leitung von AFB Kleineberg hat ein Elektroingenieurbüro den Zustand der elektrischen Anlagen eingehend untersucht. Die Transformatoren waren für eine wesentlich größere Leistung ausgelegt, als für den Museumsbetrieb notwendig. Ihr Weiterbetrieb wäre viel teurer gewesen als der Bau einer neuen Anlage. Dabei musste beachtet werden, dass sowohl die bergbautypische Spannung von 500 V für die Vorführung von originalen Maschinen als auch die für neu zu installierende Elektroanlagen vorgeschriebenen 380/230 V zur Verfügung stehen mussten. Daneben musste die Beleuchtung aller Räume und die Fluchtwegbeleuchtung unter Berücksichtigung der Vorschriften für öffentliche Gebäude und den hohen denkmalpflegerischen Ansprüchen entsprechend erneuert werden. Jegliche Schalt- und Sicherungsanlagen mussten auf Besucherbetrieb umgerüstet werden, möglichst ohne Beeinträchtigung der Denkmalsubstanz und ihres Erscheinungsbilds.

Ein anders Ingenieurbüro hat sich mit der Umstellung der Wasserversorgung befasst, denn die originale betriebliche Wassergewinnungsanlage im Kindertaler Suchort war für ein öffentliches Gebäude mit Besucherbetrieb nicht

zulässig. Die Wasserleitung entlang der Rammelsberger Straße musste vom Stadtgebiet Goslars bis hinauf zum Bergwerk erneuert werden, weil sie nicht groß genug dimensioniert war. Zusätzlich ist an der Rammelsberger Straße unmittelbar unter den Werksanlagen eine Wasserzwischenpumpstation gebaut worden. Die Sanitäranlagen mussten erweitert und größtenteils neu gebaut werden.

11.4 Museale Umnutzungsprojekte

Neben den technisch und sicherheitlich notwendigen Projekten war eine Anpassung an die Bedürfnisse des Besucherbetriebs vorzunehmen. Das Aufbereitungsgebäude ist in das Besucherleitsystem des Museums eingebunden worden.

Das Umnutzungskonzept unseres Museums sieht vor, den gesamten Gebäudekomplex der Erzaufbereitungsanlage in den Besucherbereich zu integrieren. Die Eigenart der Anlage und besonders ihre nicht immer selbst erklärende Wirkung und ihre potentiellen Gefahren haben die Museumsleitung aber dazu bewogen, den Besuchern immer fachkundige Führer zur Seite zu stellen. Die Führer können Teile der Anlage in Bewegung setzen, zum Beispiel den Wagenumlauf und eine Flotationszelle sowie auf den Monitoren Filmsequenzen zeigen, zum Beispiel an den Backenbrechern, an den Sieben und in der Flotationsebene. Bis auf den U-Bahnhof können die Besucher heute die gesamte Aufbereitung besichtigen.

Anfangs konnten die Besucher nur den Bereich von der Werkstraße bis zur Mühlenbühne sehen. Auf der Reagenzienbühne wurde ab 2000 eine Sonderausstellung zur Baugeschichte der Anlage gezeigt. Zu dieser Zeit war auch die Seilfahrt (Personenbeförderungsanlage) im Rammelsbergsschacht von der Tagesförderstrecke (Höhenniveau der Werkstraße beziehungsweise der Besuchergrubenbahn) bis zur Hängebank/Wagenumlauf für Besucher umgerüstet worden. Dieses Führungsangebot haben die Besucher jedoch kaum genutzt. Der Aufwand für den Betrieb war unverhältnismäßig hoch. Die Anlage ist deshalb nicht mehr in Betrieb.

Zukünftig wird der Schrägaufzug die Aufgabe übernehmen, die Besucher in die obere Aufbereitungsetage zu bringen (vgl. Kap. 9.1.). Seine Betriebsgenehmigung war schon in den letzten Betriebsjahren (bis 1995 im Rahmen der Betriebsschließung gemäß Abschlussbetriebsplan) vom damals zuständigen Bergamt nur noch befristet erteilt worden. Bis dahin galt sie nur noch für den Lastentransport und nur unter besonderen Bedingungen. Danach wurde diese Genehmigung nicht mehr verlängert, zumal der Gebäudekomplex aus der Berg(amts)aufsicht entlassen wurde. Heute gelten für die Wiederinbetriebnahme des Schrägaufzugs die gleichen Zulassungsbedingungen wie für jede öffentliche Personenbeförderungsanlage und damit viel strengere Vorschriften als zuvor. Gleichzeitig soll durch die dementsprechenden Anpassungen der Denkmalcharakter nicht beeinträchtigt werden, was dieses Projekt sehr

anspruchsvoll macht. Die Wiederinbetriebnahme ist für 2014 geplant. Der größte Teil der Pumpenbühne und der südliche Teil der Eindickerebene (ehemalige Schwerspateindicker) wurden für den freien Besucherzugang hergerichtet. Dort können sich die Besucher die mineralogisch-geologische Dauerausstellung ansehen und die Installation "Black Smoker" zum Thema Lagerstättenbildung. Der Zugang wurde für Besucher angepasst und ist auch für Rollstuhlfahrer geeignet.

Im selben Gebäudeteil wurden eine Reihe von Eindickern begebar gemacht. Dort werden regelmäßig Sonderausstellungen gezeigt. Die ehemalige Schwerspatflotationshalle wurde ebenfalls als Raum für Sonderausstellungen umgebaut. Gezeigte Sonderausstellungen wurden zum Beispiel die Ausstellungen:

- Künstlerinitiative Goslar - Welterbetag 2009 (Eindicker),
- Architektur auf Zeit - 6. Mai bis 5. September 2010 (Eindicker),
- Kulturlandschaft Harz - 17. Juni bis 3. Oktober 2010 (Schwerspatraum),
- Hommage an den Harzer Bergbau - 7. Oktober 2010 bis 27. Februar 2011 (Eindicker),
- Auf breiten Schultern. 750 Jahre Knappschaft – 5. Mai bis 6. November 2011 (Eindicker und Schwerspatraum, s. Abb. 11.5),
- Harzer Bahnhöfe – 24. November 2011 bis 26. Februar 2012 (Schwerspatraum) und
- Hard Work – 26. April bis 28. Oktober 2012 (Eindicker und Schwerspatraum).



Abb. 11.5: Ausstellungsvorbereitungen zur Sonderausstellung „Auf breiten Schultern“, Foto aus der Sammlung unseres Museums

12 Vergleich zu anderen als Denkmal oder Museum genutzten Erzflotationsanlagen

Die deutsche Gesetzgebung fordert von den Bergbauunternehmen, dass alle Betriebsgebäude und -anlagen nach deren Nutzungsende abgerissen werden und der Ausgangszustand der Tagesoberfläche wieder hergestellt wird, sobald kein Nachnutzer gefunden wird. Dadurch sind fast alle Flotationsanlagen verschwunden. Denkmal-



Abb. 12.a: Flotationsanlage Beihilfe Halsbrücke, Foto Volkmar Scholz

geschützte Blei-Zinkerzflotationen gibt es außer am Rammelsberg nur noch in Bad Grund und Freiberg. In beiden Fällen ist jedoch kein öffentlicher Besucherbereich eingerichtet worden (s. Abb. 8.1.b und 12.a).

In vielen Ländern der Welt können Bergbauunternehmen die Aufbereitungsanlagen sich selbst überlassen, sobald sie diese nicht mehr benötigen. Dadurch sind dort viele nicht mehr betriebene Flotationsanlagen erhalten geblieben, allerdings in der Regel als Ruinen. Berühmt sind die US-amerikanischen Geisterstädte in den Rocky Mountains, in denen es noch viele alte Stollen und Aufbereitungsrui- nen gibt. In anderen Ländern gibt es ähnliche Altbergbaukomplexe, die aber nicht so bekannt geworden sind (s. Abb. 12.b).



Abb. 12.b.1: Mazzaron, Murcia, Spanien, Foto von Christian Brüning 2008

Nur selten gibt es Nachnutzer und nur wenige Anlagen sind in den Rang eines Denkmals erhoben worden. Eher noch als Flotationsanlagen werden Erzwäschen und Pochwerke zu Denkmalen. Sie sind gewöhnlich wesentlich älter. Dementsprechend ist die Akzeptanz als historisch wertvolles Gebäude eher zu



Abb. 12.b.2: Brassey, Sardinien, Foto /flickrhivemind.net/



Abb. 12.b.3: Iglesias, Sardinien, Innenansicht (Außenansicht s. Abb. 5.5.3.q), Foto www.weiteferne2.de/sard08



Abb. 12.b.5: Rio Tinto, Spanien, Foto von Christian Brüning 2008



Abb. 12.b.4: La Union, Murcia, Spanien, Foto von Christian Brüning 2008



Abb. 12.b.6: Liberty Mine, USA, Foto /www.mindat.org-119642/



**Abb. 12.b.7: Eureka & Excelsior, USA,
Foto /MIN 2012/**



**Abb. 12.b.9: Hercules, USA, Foto /MIN
2012/**

erreichen, als bei Flotationsanlagen, die gewöhnlich als zu jung betrachtet werden, um schon einen historischen Wert zu haben. Sie sind auch viel kleiner als Flotationsanlagen. Ihr Erhaltungsaufwand ist deshalb überschaubarer und einfacher zu finanzieren. Nachnutzungen führen gewöhnlich dazu, dass die gesamte maschinelle Ausstattung



Abb. 12.b.8: Creede, USA, Foto /MIN 2012/



Abb. 12.b.10: Kennecott, USA, Foto aus photovolcaniva.com



Abb. 12.b.11: Raibl, Südtirol, Außenansicht, Foto 2012

verschrottet wird und außer der erhaltenen originalen Bausubstanz kaum noch etwas an die ursprüngliche Funktion erinnert (s. Abb. 12.a und 12.c).

Sehr klein ist die Zahl der Bunt- und Edelmetall-Erzaufbereitungsanlagen, aus denen begehbare Denkmale beziehungsweise Museen geworden sind. Es handelt sich nach derzeitiger Kennt-



Abb. 12.b.12: Raibl, Südtirol, Innenansicht, Foto 2012

nis des Verfassers um eine Anlage in Kanada, zwei in den USA, eine in



Abb. 12.c: Elk Run, Telluride, Colorado, USA, Foto aus www.luxist.com/2008/01/29/elk-run-mining-com



Abb. 12.d: Erzaufbereitungsanlagen Britannia Beach/Kanada 1992, Foto aus www.planetware.com



Abb. 12.e: Erzaufbereitungsanlagen Britannia Beach/Kanada heute, aus www.familysdaysout.com

Italien, eine in Österreich und um den Rammelsberg. Die am ehesten mit der Rammelsberger Anlage vergleichbare museal genutzte Anlage ist die in Britannia Beach in Kanada. Es handelt sich zwar um eine reine Kupfererzflotationsanlage. Sie ist aber von ähnlicher Größe und Bauform sowie ebenfalls von Museumsbesuchern zu besichtigen. Anfang der 1990er Jahre musste der Besucherbetrieb wegen Einsturzgefahr geschlossen werden. Mittlerweile ist die Bauwerkssanierung erfolgreich abgeschlossen und der Besucherbetrieb wieder aufgenommen worden (s. Abb. 12.d und e).



Abb. 12.f: Erzaufbereitungsanlagen Argo/USA um 1950, Foto aus www.route40.net



Abb. 12.g: Erzaufbereitungsanlagen Argo/USA heute, Foto Richard Hicks



**Abb. 12.h:Erzaufbereitungsanlagen
Shennandoah-Dives Mill/USA, Foto aus
wikimedia.org**

Bei der Anlage Argo/USA handelt es sich um eine ehemalige Golderzaufbereitung, die von Museumsbesuchern besichtigt werden kann (s. Abb. 12.f und g).

Die Anlage Shennandoah-Dives Mill (oder auch Mayflower Mill) in Sil-

verton/USA ist eine Blei-, Zink- und Kupfererzflotation gewesen, mit der auch Silber und Gold gewonnen wurde. Sie ist im Jahre 2000 als Denkmal von nationaler Bedeutung eingestuft worden, allerdings noch nicht zum Museum beziehungsweise Besucherbetrieb ausgebaut worden (s. Abb. 12.h).

Mit der Anlage in Schneeberg/Südtirol wurden wie am Rammelsberg vor allem Blei-Zink-Erz flotiert. Sie ist jedoch wesentlich kleiner. Hier ist seit ungefähr zwanzig Jahren ein regulärer Besucherbetrieb eingerichtet worden. Allerdings sind erhebliche Eingriffe in die Bausubstanz erfolgt, besonders um in das Gebäude einen neuen, ursprünglich nicht vorhandenen Schrägaufzug zu bauen, mit dem Gehbehinderte in die einzelnen Etagen gelangen können (s. Abb. 12.i).



Abb. 12.i: Erzaufbereitungsanlagen Schneeberg/Südtirol, Foto aus cestami.eu



Abb. 12.j: Erzaufbereitungsanlage Bleiberg/Kärnten, Innenansicht, im Bild Jens Pfeifer, Foto 2012

Die Aufbereitungsanlage in Bleiberg/Österreich, mit der ebenfalls Blei-Zinkerz-Erze flotiert wurden, ist nach ihrer Betriebsschließung mit dem Ziel erhalten geblieben, Teil der Besucherbereiche vom Bergbaumuseum zu werden. Die Sicherung und Umnutzung ist abweichend vom Rammelsberger Konzept nicht in betriebsnahe

Zustand erfolgt, sondern nach didaktischen Gesichtspunkten. Sowohl von dem Gebäudekomplex als auch von den Maschinen ist nur ein Teil übrig geblieben. Die Maschinen haben eine kontrastreich gewählte farbige Gestaltung erhalten. Ein Besucherbetrieb ist jedoch nicht zustande gekommen (s. Abb. 12.j).

Literatur

- /AHR 1853/ Ahrend, Heinrich
Beschreibung des Bergbaus im
Rammelsberg und in der Gegend um
Goslar Goslar 1853
- /ARN 1955a/ Arnold, O.
Die Blei-Zinkerz-Aufbereitung der
Grube Schauinsland-Kappel der
Stollberg Zink AG In: Erzauf-
bereitungsanlagen Westdeutschlands
1955
- /ARN 1955b/ Arnold, O.
Die Halden-Aufbereitung Bensberg
In: Erzaufbereitungsanlagen West-
deutschlands 1955
- /ARN 2001/ Arndt, Karl
Industriebau-Kunst am Berg
In: R. Roseneck, Der Rammelsberg,
Tausend Jahre Mensch-Natur-Tech-
nik Goslar 2001
- /BAC 1772/ Bergarchiv Clausthal
Bergamtsprotokoll vom 15.06.1722
Clausthal
- /BAC 1922/ Bergarchiv Clausthal
Hann. 184 Acc. 14 Nr. 0395: Klage
gegen Versuchsanlage am Rammels-
berg 1922 Clausthal
- /BAC 1931/ Bergarchiv Clausthal
Hann. 184 Acc. 14 Nr. 1310: Bericht
über Versuche mit Rammelsberger
Erzen v. 1931-10-26
Clausthal
- /BAC 1934/ Bergarchiv Clausthal
Hann. 184 Acc. 14 Nr. 1231: Ergeb-
nisse der Flotationsversuche mit
Rammelsberger Erzen, 1934-08-16,
in Lautenthal Clausthal
1934
- /BAC 1935/ Bergarchiv Clausthal
Hann. 184 Acc. 14 Nr. 1678: Flotati-
onsprojekt Rammelsberg
Clausthal
- /BAC 1935a/ Bergarchiv Clausthal
Hann. 184 Acc. 9 Nr. 2883: Aufbe-
reitungsanlage auf dem Erzbergwerk
Rammelsberg 1935 ff.
Clausthal
- /BAC 1958/ Bergarchiv Clausthal
W 4001 Fab. Bd. III, Betrieb der
Flotationsaufbereitung 1958 ff.
Clausthal
- /BAC 1951/ Bergarchiv Clausthal
W 4001 Fab. Bd. I, Flotationsanlage
Rammelsberg 1951 ff.
Clausthal
- /BAC 1959/ Bergarchiv Clausthal
W 4001 Fab. Bd. III, Flotationsanla-
gen Rammelsberg und Bollrich 1959
ff. Clausthal
- /BAC 1967/ Bergarchiv Clausthal
W 4001 Fab. Bd. IV, Bollrich und
Absetzteiche 1967 ff.
Clausthal
- /BAR 1988/ Bartels, Christoph
"Das Erzbergwerk Rammelsberg.
Die Betriebsgeschichte von 1924
bis 1988 mit einer lagerstättenkund-
lichen Einführung sowie einem
Abriss der älteren Bergbaugeschich-
te Goslar 1988
- /BAR 1992/ Bartels, Christoph
Das Erzbergwerk Grund – Die
Betriebsgeschichte des Werkes und
seiner Vorläufergruben Hilfe Gottes
und Berkwerkswohlfahrt von den
Anfängen im 16. Jahrhundert bis zur
Einstellung 1992 Goslar
1992
- /BER 1715/ Berkelmann, Philip
Christof Generalbefahrung
vom Rammelsberg
Goslar 1715
- /BUN 1998/ Bunyak, Dawn
Frothers, Bubbles and Flotation. A
Survey of Flotation Milling in the

- Twentieth-Century Metals Industry
Denver 1998
- /BUS 1980/ Busch, Wilhelm F.
Schupp, M. Kremmer – Bergbauarchitektur 1919 – 1974 Dissertation an der RWTH Aachen, Arbeitsheft 13 des Landeskonservators Rheinland Köln 1980
- /BUS 1993/ Busch, Wilhelm
Bauten der 20er Jahre an Rhein und Ruhr. Architektur als Ausdrucksmittel Habilitationsschrift Köln 1993
- /BUS 2002/ Busch, Wilhelm
Bergbauarchitektur. Funktion, Repräsentation und das Bild der Arbeit in der Architektur In: Symmetrie und Symbol. Die Industriearchitektur von Fritz Schupp und Martin Kremmer. Wilhelm Busch und Thorsten Scheer im Auftrage der Stiftung Zollverein Köln 2002
- /BUS 2002a/ Busch, Wilhelm
Kontinuitäten und Brüche im Werk von Schupp und Kremmer In: Symmetrie und Symbol. Die Industriearchitektur von Fritz Schupp und Martin Kremmer. Wilhelm Busch und Thorsten Scheer im Auftrage der Stiftung Zollverein Köln 2002
- /BUS 2007/ Busch, Wilhelm;
Farrenkopf, Michael und Slotta, Rainer (Hrsg.) Vom Entwurf zum Depositum. Über den wissenschaftlichen Umgang mit dem zeichnerischen Nachlaß der Industrie, Das architektonische Werk der Architekten Fritz Schupp und Martin Kremmer Veröffentlichungen des Deutschen Bergbau-Museums Nr. 154 Band 1 Bochum 2007
- /BUS 2007a/ Busch, Wilhelm
Die Architekten Schupp & Kremmer und ihr Beitrag zum industriellen Welterbe des 20. Jahrhunderts: die Zeche Zollverein in Essen und das Erzbergwerk Rammelsberg bei Goslar In: Heritage at Risk, Special Edition, The Soviet Heritage and European Modernism, Edited by: Haspel, Jörg; Petzet, Michael; Zalikova, Anke; Ziesemer, John Berlin 2007
- /BUS 2011/ Busch, Wilhelm;
Farrenkopf, Michael und Slotta, Rainer (Hrsg.) Der zeichnerische Nachlass der Architekten Fritz Schupp und Martin Kremmer, Das architektonische Werk der Architekten Fritz Schupp und Martin Kremmer Veröffentlichungen des Deutschen Bergbau-Museums Nr. 154 Band 2 Bochum 2011
- /CAL 1763/ Calvör, Henning
Historisch-chronologische Nachricht und theoretische und praktische Beschreibung des Maschinenwesens und der Hilfsmittel bey dem Bergbau auf dem Oberharz Nachdruck Braunschweig 1986
- /CAL 1765/ Calvör, Henning
Historische Nachricht von den Unter- und gesamten Ober-Harzischen Bergwerken Braunschweig 1765
- /CAN 1767/ Cancrinus, Franz
Ludwig Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke Frankfurt/M. 1767
- /CLE 1956/ Clement, Martin
Verschleißerscheinungen an Flotationszellen der Afbereitung am Rammelsberg, insbesondere an Rührern In: Zeitschrift für Erzbergbau und

- Metallhüttenwesen 9
1956
- /CLE 1959/ Clement, Martin,
Klössel Eberhard Messen und
Regeln in der Erzaufbereitung In:
Erzmetall 12 H. 2 1959
- /CLE 1960/ Clement, Martin
Die Eigenart des Rammelsberger
Aufbereitungsverfahrens auf Grund
von Gefüge und Beschaffenheit der
Erze In: Erzmetall 13
1960
- /CLE 1962/ Clement, Mar-
tin Verschleißerscheinungen an
Trübpumpen und Hydrozyklonen
in Erzaufbereitungsanlagen
In: Zeitschrift für Erzbergbau und
Metallhüttenwesen 15 1962
- /CLE 1963/ Clement, Martin,
Klössel Eberhard Flotation
und Zyklonierung des Schwerspats
aus den Abgängen der Rammelsber-
ger Sulfidflotation In: Erzme-
tall 16 H. 8 1963
- /CLE 1975/ Clement, Martin,
Brennecke, Klaus Über die
Entwicklung der Aufbereitung im
Harz In: Festsschrift Technische
Universität Clausthal, Bd. 1: Die
Bergakademie und ihre Vorgeschich-
te Clausthal 1975
- /COR 1988/ Cordes, Thomas
Selektive Flotation des Baryts aus
den in Bergeteichen deponierten
feinkörnigen Flotationsabgängen des
Erzbergwerks Rammelsberg
Dissertation TU Clausthal 1988
- /DUN 1986/ Dunning, F. W.
Mineral Deposits of Europe
London 1986
- /EGG 1735/ Eggers, Johann
Heinrich Tageriss
1735
- /ERC 1565/ Ercker, Lazarus
Vom Rammelsberge und dessen
Bergwerk 1565
- /FRE 1962/ Feiser, Jürgen
Über den Stand der Gewinnung von
Nebenmetallen In: Zeitschrift für
Erzbergbau und Metallhüttenwesen
15 1962
- /FUE 2007/ Fuerstenau, Maurice
C. Graeme Jameson und Roe-Hoan
Yoon (Hrsg.) Froth Flotation. A
Century of Innovation
Colorado, USA 2007
- /GEI 2001/ Geibel, Rainer
Die Aufbereitung der Rammelsber-
ger Erze In: R. Roseneck,
Der Rammelsberg, Tausend Jahre
Mensch-Natur-Technik 2001
- /GLE 1978/ Glembockaja, T.
V. Die Entwicklung der moder-
nen Schaumflotation und die Rol-
le der Gebrüder BESSEL In:
Strzodka, Klaus (Hrsg.), 100 Jahre
Flotation, Freiburger Forschungs-
hefte A 593. Vorträge zum Berg-
und Hüttenmännischen Tag 1977 in
Freiberg. Teil 1 Leipzig 1978
- /GÖB 1955/ Göbel, E.
Die Aufbereitungsanlagen der
„Sachtleben“ AG, Abt. Schwefelkies
und Schwerspatbergbau in Meggen
(Lenne) In: Erzaufberei-
tungsanlagen in Westdeutschlands
1955
- /GÖT 1933/ Götte, A, Kraume,
Emil Flotation von Rammelsberger
Blei-Zinkerz 1933
- /GÖT 1933a/ Götte, A, Kraume,
Emil Flotation von Rammelsberger
Blei-Zinkerz. Ein Beitrag zur Flota-
tion komplexer Blei-Zinkerze In:
Metall und Erz 30, H. 24
1933

- /GÖT 1939/ Götte, A, Kraume, Emil Flotation von Rammelsberger Blei-Zinkerz. Ein Beitrag zur Flotation komplexer Blei-Zinkerze (auch) In: Kraume, Emil: Die Aufbereitung der Rammelsberger Erze o.O. 1949
- /GRU 1925/ Grumbrecht, Alfred Alte und neue Probleme des Rammelsbergs In: Valentiner, S.: Die Preussische Bergakademie zu Clausthal 1775/1925. Festschrift zur 150-Jahrfeier Leipzig 1925
- /GRU 1925a/ Grumbrecht, Alfred Die technische und wirtschaftliche Aufbereitungsmöglichkeit komplexer Blei-Zinkerze bei dem heutigen Stande des Aufbereitungswesens unter Berücksichtigung des Rammelsberger Vorkommens ungedruckte Dissertation TH Clausthal 1925
- /GRÜ 1955/ Gründer, Werner Erzaiufbereitungsanlagen in Westdeutschland; ein Führer durch die wichtigsten Betriebe Berlin 1955
- /GRÜ 1965/ Gründer, Werner Allgemeine Aufbereitung Goslar 1965
- /GSA 1935/ Stadt Goslar Akte Magistrat der Stadt Goslar betreffend Aufbereitungsanlage 1935-49 Abt. III Fach 129 Nr. 10 II/1 1935
- /HAG 1956/ Hagemann Auszug aus einem Vortrage des Hrn. Zehntner Hagemann, die Unterharzische Metallproduktion im Jahre 1843 betreffend. Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes für das Jahr 1844/1845 In: Berichte des naturwissenschaft-
- lichen Vereins des Harzes für die Jahre 1840/41 bis 1845/46, 2. Aufl. Wernigerode 1956
- /HAM 1955a/ Haman, J. Die Zentralaufbereitung Ems der Stollberg Zink AG in Bad Ems (Lahn)In: Erzaufbereitungsanlagen Westdeutschlands 1955
- /HAM 1955b/ Haman, J. Haldenerzaufbereitung Laurenburg (Lahn) der Stollberg Zink AG In: Erzaufbereitungsanlagen Westdeutschlands 1955
- /HOL 1912/ Holtmann Das Schwimmaufbereitungsverfahren der Grube Friedrichsseggen nach System Leuschner In: Glückauf 48 (1912) 1912
- /KER 1853/ Kerl, Bruno Der Communion Unterharz. Ein Leitfaden für den Besuch des Rammelsbergs usw. Freiberg 1853
- /KLE 1996/ Kleinecke, Dagmar / May, Johanna Kommentierte Bibliographie zur Geschichte des Rammelsberger Berg- und Hüttenwesens Göttingen 1996
- /KLS 1961/ Klössel, Eberhard Auswertung von Mahlcharakteristika. Bericht auf dem Internationalen Kongress für Erzaufbereitung, London 1960 In: Erzmetall 14 H. 6 1961
- /KLS 1961a/ Klössel, Eberhard Processing the Rammelsberg Ores In: Mine & Quarry Engineering 26, Nr. 10, 11 und 12 1961
- /KLS 1964/ Klössel, Eberhard Die Kupfer-Blei-Trennung in der Reicherz-Aufbereitung des Erzbergwerks Rammelsberg Auch In: Tagungsbericht Bergbauwissenschaften 11 1964

/KLS 1964a/ Klössel, Eberhard
Verschleiß von Mahlkörpern in
Kugelmühlen In: Erzmetall 17 H.
8 1964

/KLS 1965/ Klössel, Eberhard
Die Kupfer-Blei-Trennung in der
Reicherz-Aufbereitung des Erz-
bergwerks Rammelsberg
In: Zeitschrift für Erzbergbau und
Metallhüttenwesen 18 H. 1
1965

/KLS 1966/ Klössel, Eberhard
Die Abwasserprobleme des Erz-
bergwerks Rammelsberg
In: Zeitschrift für Erzbergbau und
Metallhüttenwesen 19 1966

/KLS 1967/ Klössel, Eberhard
Aufschlussprobleme bei der Flo-
tation des feinverwachsenen Ram-
melsberger Komplexerzes
unveröffentlicht

/KLS 1967/ Klössel, Eberhard
Über pH-Messungen in Aufberei-
tungen z.T. im Rammelsberg
Tagungsbericht, In: Bergbauwissen-
schaften 14 1967

/KLS 1968/ Klössel, Eberhard
Beitrag zur Flotation feinverwach-
sener komplexer sulfidischer Erze,
Typ Rammelsberg, unter besonderer
Berücksichtigung von Korngröße,
Verwachsungsgrad und Sammler-
konzentration Dissertation
Clausthal 1968

/KLS 1968a/ Klössel, Eberhard
Zur Frage der pH-Messungen in
Aufbereitungsanlagen In: Erzme-
tall 21 H. 2 1968

/KLS 1970/ Klössel, Eberhard
Zur Anwendung von Regressionsa-
nalyse in der Aufbereitung
In: Zeitschrift für Erzbergbau und
Metallhüttenwesen 23 H. 7 1970

/KLS 1972/ Klössel, Eberhard,
Clement, Martin Zusammen-
hänge zwischen Xanthat-Restkon-
zentration und Flotationsablauf bei
der Aufbereitung des Rammelsber-
ger Erzes In: Zeitschrift für
Erzbergbau und Metallhüttenwesen
25 1972

/KLS 1974/ Klössel, Eberhard
Die Kupfer-Blei-Trennung bei der
Aufbereitung der Rammelsberger
Erze In: Zeitschrift für Erzbergbau
und Metallhüttenwesen 27 1974

/KLS 1977/ Klössel, Eberhard
Wiederverwendung von Flotations-
abwässern in den Aufbereitungsanla-
gen des Erzbergwerks Rammelsberg
In: Erzmetall 30 1977

/KLS 1979/ Klössel, Eberhard
Die Eigenart der Rammelsberger
Erze aus Sicht des Aufbereiters
unveröffentlicht o.J.

/KLS 1980/ Klössel, Eberhard
Die Aufbereitung der Rammelsber-
ger Erze, Teil 1, Handklaubung und
mechanische Aufbereitung der Ram-
melsberger Erze in frühester Zeit
unveröffentlicht o.J.

/KLS 1981/ Klössel, Eberhard
Die Entwicklung des Verfahrens
nach Inbetriebnahme der Rammels-
berger Aufbereitungsanlage
unveröffentlicht o.J.

/KLS 1982/ Klössel, Eberhard
Die im auslaufenden Betrieb ange-
wandte Verfahrenstechnik
unveröffentlicht o.J.

/KLS 1983/ Klössel, Eberhard
Untersuchungen zur Aufbereitung
der Rammelsberger Erze nach phy-
sikochemischen und metallurgischen
Verfahren in der Zeit von 1910 bis
1936 unveröffentlicht o.J.

- /KLS 1984/ Klössel, Eberhard
Chronik der Rammelsberger Aufbe-
reitung 1936 bis 1988 unveröf-
fentlicht o.J.
- /KLS 1984/ Klössel, Eberhard
Die Aufbereitung der Rammelsber-
ger Erze im Rückblick. Untersu-
chungen nach physikochemischen
und metallurgischen Verfahren in
der Zeit von 1910 bis 1935
In: Erzmetall 37 1984
- /KLS 1984a/ Klössel, Eberhard
Handklaubung und mechanische
Aufbereitung der Rammelsberger
Erze in früherer Zeit In: Der
Anschnitt 36 1984
- /KLS 1985/ Klössel, Eberhard
Die Entwicklung der Schaltschemata
in der Flotation der Rammelsberger
Aufbereitung In: Erzmetall 38
1985
- /KLS 1992/ Klössel, Eberhard
Wirtschaftliche Erfassung von Auf-
bereitungsbetrieben Vortrag
1992
- /KOC 1837/ Koch, Karl
Bildliche Darstellung von den
Tagesanlagen des Rammelsbergs In:
K. Koch, Der Rammelsberg
Goslar 1837
- /KRA 1935/ Kraume, Emil
Schwimmaufbereitung von Ram-
melsberger Blei-Zink-Erz. Ein
Beitrag zur Flotation komple-
xer Blei-Zink-Erze Dissertation
Clausthal 20. Juli 1933 Coburg
1935
- /KRA 1948a/ Kraume, Emil
Die geschichtliche Entwicklung der
Erzaufbereitungen im Harz
In: Zeitschrift für Erzbergbau und
Metallhüttenwesen 1, Heft 1
1948
- /KRA 1949/ Kraume, Emil
Die Aufbereitung der Rammelsber-
ger Erze In: Zeitschrift für
Erzbergbau und Metallhüttenwesen,
Band 2 1949
- /KRA 1951/ Kraume, Emil
Rückblick auf die Entwicklung der
Erzaufbereitung im Harz In:
Goslarer Bergkalender 301 1951
- /KRA 1953/ Kraume, Emil
Banderz und vererzter Kniest. Die
sogenannten Armerze der Rammels-
berger Lagerstätte. Ihre Ausbildung,
Verbreitung, Entstehung und Verar-
beitung In: Zeitschrift für
Erzbergbau und Metallhüttenwesen
6, H. 2 1953
- /KRA 1954/ Kraume, Emil
Die Armerze des Rammelsbergs und
ihre Verarbeitung In: Goslarer
Bergkalender 303 Goslar
1953
- /KRA 1954a/ Kraume, Emil
Hydrozyklone als Klassierer in den
Aufbereitungen des Erzbergwerks
Rammelsberg In: Zeitschrift für
Erzbergbau und Metallhüttenwesen
7 1954
- /KRA 1955/ Kraume, Emil, Cle-
ment, M., Belka, H. Die Aufbe-
reitungs-Anlagen des Erzbergwerks
Rammelsberg der Unterharzer Berg-
und Hüttenwerke GmbH, Oker bei
Goslar In: Gründer, W.:
Erzaufbereitungsanlagen in West-
deutschland Berlin 1955
- /KRA 1960/ Kraume, Emil
Das Rammelsberger Reicherz unter
besonderer Berücksichtigung seiner
Verwachsungen In: Erzmetall 8, H. 6
1960
- /KRS 1956/ Krause, Ernst
Der Granby-Förderwagen

- In: Erzmetall Bd. IX Heft 6
1956
- /LAN 1972/ Lange, J.
Die Aufbereitung des Blei-Zink-
Erzbergwerks Grund In: Erzme-
tall 25 1972
- /LAZ 2006/ Laznicka, Peter
Giant Metallic Deposits
Berlin 2006
- /LÖH 1617/ Löhneyß, Georg
Engelhardt Bericht vom Berg-
werk Zellerfeld 1617
- /MEH 1955a/ Mehlbeer, H.
Die Versuchsaufbereitung der Grube
Maubacher Bleiberg der Stollberger
Zink AG in Horm bei Gey
In: Erzaufbereitungsanlagen West-
deutschlands
- /MEH 2001/ Mehner, Wolfgang
und Rainer Geibel: Das Unter-
harzer Hüttenwesen In: R.
Roseneck, Der Rammelsberg, Tau-
send Jahre Mensch-Natur-Technik
2001
- /MEI 1984/ Meier, Jürgen
Roherzqualität am Erzbergwerk
Rammelsberg. Voraussetzung und
Notwendigkeit für den Aufberei-
tungserfolg In: Erzmetall 37
1984
- /MET 1997/ Metallgesellschaft
AG Welt-Bergbaukarte
Frankfurt 1987
- /MIN 2012/ [http://www.minin-
gartifacts.org/Mining-Phot-Index.
html](http://www.minin-
gartifacts.org/Mining-Phot-Index.
html)
- /NEL 2012/ Nelson, G. Michael
From 10 Cubic Feet to 500 Cubic
Meters – Observations on 100 Years
of Flotation Technology "In: Separa-
tion Technologies for Minerals, Coal
and Earth Resources
- Society for Mining, Metallurgy and
Exploration 2012
- /OBE 1998/ Oberrauner, Andreas
Die Bleibberger Erz-Aufbereitung im
Wandel der Zeit Bleiberg 2012
- /PET 1936/ Petersen, W.
Schwimmaufbereitung
Dresden 1936
- /PRE 1935/ Preussag Werbebro-
schüre 1935
- /ROS 1990/ Roseneck, Rein-
hard Industriearchitektur und
Landschaftsgestalt. Die Bauten des
Architekten Fritz Schupp in und bei
Goslar In: Deutsche Bauzeitung 4
1990
- /ROS 1992/ Roseneck, Rein-
hard Der Rammelsberg In:
Arbeitshefte zur Denkmalpflege in
Niedersachsen, Heft 9 1992
- /SAL 1955/ Salau, H. J.
Die Aufbereitungsanlagen des Erz-
bergwerks Grund In: Erzauf-
bereitungsanlagen Westdeutschlands
1955
- /SCH 1924/ Schlitzberger, F.
Schaumschwimmverfahren zur
Trennung von Mineralmengen
Reichspatentschrift Nr. 393534
1924
- /SCH 1952/ Schupp, Fritz
Armerzaufbereitung der Unterharzer
Berg- und Hüttenwerke auf dem
Bollrich in Goslar In: Baumei-
ster 52 1952
- /SCH 1978/ Schubert, Heinrich
Zum gegenwärtigen Entwicklungs-
stand mechanischer Flotationsappa-
rate In: Strzodka, Klaus (Hrsg.),
100 Jahre Flotation, Freiburger For-
schungshefte A 593. Vorträge zum
Berg- und Hüttenmännischen Tag

- 1977 in Freiberg. Teil 2 Leipzig
1978
- /SCH 2005/ Schubert, Heinrich
Nanobubbles, hydrophobic effect,
heterocoagulation and hydrodynamics in flotation In: Int.
Journal of Mineral Processing, Heft
78 2005
- /SCO 1955/ Scotti, Hans Hermann von Die Entwicklung des
Metallerzbergbaus im Westharz und
seines Aufbereitungswesens
In: Zeitschrift für Erzbergbau und
Metallhüttenwesen 8 (Beiheft Fest-
vortrag) 1955
- /SUT 1955/ Sutherland, K. L.
und I. W. Wark Principles of Flotation
Melbourne 1955
- /SZA 1955/ Szanthy, E. v.
Die Blei-Zinkerz-Aufbereitung Wil-
libald der Stollberger Zink AG in
Ramsbeck In: Erzaufberei-
tungsanlagen Westdeutschlands
1955
- /TRI 1955/ Triebel, H.
Die Aufbereitungsanlagen der
Kurhessischen Kupferschieferberg-
bau GmbH in Sontra In: Erzauf-
bereitungsanlagen in Westdeutsch-
lands 1955
- /VÖG 2001/ Vögel, Bernhild
In: R. Roseneck, Der Rammelsberg,
Tausend Jahre Mensch-Natur-Tech-
nik